

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 7 月 28 日 (28.07.2005)

PCT

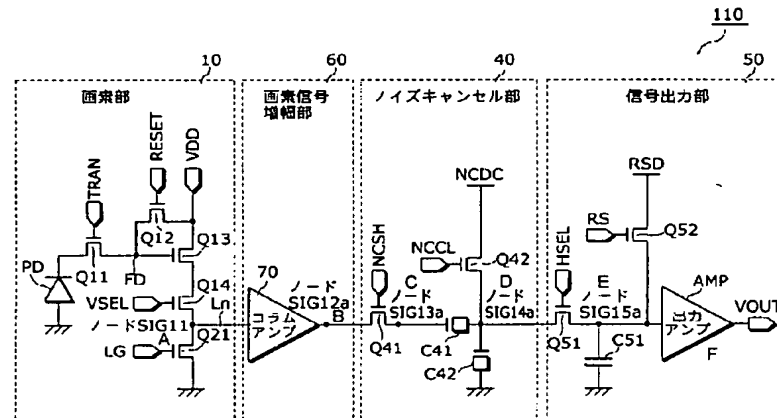
(10) 国際公開番号
WO 2005/069608 A1

- (51) 国際特許分類: H04N 5/335, H01L 27/146
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000187
- (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 11 日 (11.01.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-006114 2004 年 1 月 13 日 (13.01.2004) JP
特願2004-199822 2004 年 7 月 6 日 (06.07.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 春日 繁孝 (KASUGA, Shigetaka). 山口 琢己 (YAMAGUCHI, Takumi). 村田 隆彦 (MURATA, Takahiko). 松長 誠之 (MATSUNAGA, Yoshiyuki). 宮川 良平 (MIYAGAWA, Ryohei). 植田 敦 (UETA, Atsushi).
- (74) 代理人: 新居 広守 (NII, Hiromori); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 3 丁目 1 1 番 2 6 号 新大阪末広センタービル 3 F 新居国際特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: SOLID STATE IMAGE PICKUP DEVICE AND CAMERA USING THE SAME

(54) 発明の名称: 固体撮像装置およびこれを用いたカメラ



10... PIXEL PART
60... PIXEL SIGNAL AMPLIFYING PART
70... COLUMN AMPLIFIER
40... NOISE CANCELING PART
50... SIGNAL OUTPUTTING PART

A... NODE SIG 11
B... NODE SIG 12a
C... NODE SIG 13a
D... NODE SIG 14a
E... NODE SIG 15a
F... OUTPUT AMPLIFIER

(57) Abstract: A solid state image pickup device (110) comprises a plurality of pixel parts (10) that are two-dimensionally arranged and that includes photoelectric conversion means (photodiode PD) for converting an incident light to a charge, and amplifying means (amplifier Q13) for converting the charge to a voltage. The solid state image pickup device (110) further comprises a plurality of noise signal eliminating means (noise canceling part 40) provided for each of columns for eliminating noise included in an output voltage from the amplifier (Q13) of the pixel part (10) belonging to the corresponding column; and a plurality of column amplifying means (column amplifier 70) for amplifying the output voltage from the amplifier (Q13) of the pixel part (10) to output the amplified voltage to the noise canceling part (40). In this way, the sensitivity can be enhanced and the noise can be reduced with low power consumption.

[続葉有]



NL, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 固体撮像装置110は、入射光を電荷に変換する光電変換手段(フォトダイオードPD)と、電荷を電圧に変換して出力する増幅手段(増幅アンプQ13)とを含み、2次元配列される複数の画素部10と、列毎に設けられ、当該列に属する画素部10の増幅アンプQ13からの出力電圧に含まれる雑音を除去する複数の雑音信号除去手段(ノイズキャンセル部40)と、画素部10の増幅アンプQ13からの出力電圧を増幅し、増幅した電圧をノイズキャンセル部40に出力する複数の列増幅手段(コラムアンプ70)とを備え、低消費電力で高感度化と低ノイズ化を可能にすることを特徴とする。

明 細 書

固体撮像装置およびこれを用いたカメラ

技術分野

- [0001] 本発明は、固体撮像装置およびこれを用いたカメラに関するものであり、特に低消費電力で高感度化と低ノイズ化を可能にする技術に関するものである。

背景技術

- [0002] 図1は、従来のN型MOSのみで構成された固体撮像装置900の回路例を示す図である。
- [0003] 図1に示す固体撮像装置900においては、画素部10で入射光を電圧に変換し、ノイズキャンセル部40において画素間で生じた電圧ばらつきを削減し、信号出力部50で順次電圧を出力していく構成をとっている。
- [0004] より詳しくは、図1に示されるように、固体撮像装置900は、2次元配列される複数(図示1つ)の画素部10と、列毎に設けられる複数(図示1つ)のノイズキャンセル部40と、信号出力部50等とから構成される。
- [0005] 画素部10は、入射光を電荷に変換するフォトダイオードPDと、フォトダイオードPDから電荷を読み出す転送トランジスタQ11と、電荷を一旦蓄積するフローティングディフュージョンFDと、フローティングディフュージョンFDを電源電圧VDDに初期化するリセットトランジスタQ12と、フローティングディフュージョンFDの蓄積電荷を電圧として検出する増幅アンプQ13(ソースフォロアSFとも記す。)と、増幅アンプQ13から出力された電圧を行毎に行信号線Lnに転送する行選択トランジスタQ14とからなる。
- [0006] 行信号線Lnには負荷トランジスタQ21が接続されている。この画素部10で入射光を電圧に変換し、後段のノイズキャンセル部40に転送される。
- [0007] ノイズキャンセル部40は、サンプルホールドトランジスタQ31と、クランプトランジスタQ42と、クランプ容量C41と、サンプルホールド容量C42とからなり、画素部10で検出したフローティングディフュージョンFDの初期化電圧とフォトダイオードPDからフローティングディフュージョンFDへ転送された蓄積電荷によって検出される電圧との差

分をとることで、ノイズ成分をなくした信号成分を検出し、後段の信号出力部50に転送される。

[0008] 信号出力部50は、列毎の水平信号線Lnを順次選択する列選択トランジスタQ51と、水平信号線寄生容量C51と、水平線初期化電圧RSDと、水平線初期化トランジスタQ52と、出力アンプAMPとから構成され、ノイズ成分をなくした各列毎の信号成分を順次選択して出力アンプAMPを通して外部出力する構成をとっている。

[0009] 次に、この固体撮像装置900の動作について、説明する。

図2は、固体撮像装置900のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図である。

[0010] 時刻t1において、画素部10におけるRESETパルスをONにして、フローティングディフュージョンFDに電源電圧(VDD)を与える。このときフローティングディフュージョンFDをゲートとするソースフォロア(SF)からの信号(図1のノードSIG1)をVSELパルスとノイズキャンセル部40におけるNCSHパルスをONにして、ノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図1のノードSIG2)に与える。このとき同時にNCCLパルスをONにして、容量C41の他端(図1のノードSIG3)に一定のクランプ電圧(NCDC)を与えることで容量C41が充電される。

[0011] 次に時刻t2において、RESETパルスとNCCLパルスをOFFにする。

時刻t3において、光を電気信号に変換するフォトダイオードPDに蓄積された電荷をTRANパルスをONにしフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから $\Delta V1$ 変化することでSFからの信号(図1のノードSIG1)も $\Delta V2$ だけ変化し、個々のSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号が後段のノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図1のノードSIG2)にも与えられる。さらに容量C41の他端の信号(図1のノードSIG3)も $\Delta V2$ と同程度の信号分変化するが、このとき、同じノードに接続している容量C42との容量分配が発生し、実際の信号変化分は、 $\Delta V2 \times C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量 $\Delta V3$ まで減少を起こす。

[0012] 次に時刻t4において、信号出力部50における水平信号線(図1のノードSIG4)をRSパルスをONすることによって一定電圧に固定する。

- [0013] 時刻 t_5 において、HSELパルスをONすることによって、容量 C_{42} に充電された信号 ΔV_3 は水平信号線寄生容量 C_{51} との容量分配により、 ΔV_3 に $C_{42}/(C_{42}+C_{51})$ を乗算した信号量 ΔV_4 まで減少した信号となり、VOUTから最終出力される。
- [0014] より詳しくは、時刻 t_1 において、RESETパルスにより画素部10におけるリセットトランジスタ Q_{12} をONにして、フローティングディフュージョンFDに電源電圧VDDを与える。このときVSELパルスにより行選択トランジスタ Q_{14} をONにしてフローティングディフュージョンFDの電荷に応じた電圧(図1のノードSIG1)をソースフォロアSFから出力するとともに、NCSHパルスによりノイズキャンセル部40におけるサンプルホールドトランジスタ Q_{31} をONにして、ノイズキャンセル部40のクランプ容量 C_{41} の一端(図1のノードSIG2)に与える。このとき同時にNCCLパルスによりクランプトランジスタ Q_{42} をONにして、クランプ容量 C_{41} の他端(図1のノードSIG3)に一定のクランプ電圧NCDCを与えることでクランプ容量 C_{41} が充電される。
- [0015] 次に時刻 t_2 において、RESETパルスとNCCLパルスをOFFにする。
- 時刻 t_3 において、TRANパルスにより転送トランジスタ Q_{11} をONにし、光を電気信号に変換するフォトダイオードPDに蓄積された電荷をフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから ΔV_1 変化することでソースフォロアSFからの信号(図1のノードSIG1)も ΔV_2 だけ変化し、個々のソースフォロアSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号が後段のノイズキャンセル部40のクランプ容量 C_{41} の一端(図1のノードSIG2)にも与えられる。さらにクランプ容量 C_{41} の他端の信号(図1のノードSIG3)も ΔV_2 と同程度の信号分変化するが、このとき、同じノードに接続しているクランプ容量 C_{41} との容量分配が発生し、実際の信号変化分は、 ΔV_2 に $C_{41}/(C_{41}+C_{42})$ を乗算した信号量 ΔV_3 まで減少を起こす。
- [0016] 次に時刻 t_4 において、RSパルスにより水平線初期化トランジスタ Q_{52} をONすることによって、信号出力部50における水平信号線 L_m (図1のノードSIG4)を一定電圧に固定する。
- [0017] 時刻 t_5 において、HSELパルスにより列選択トランジスタ Q_{51} をONすることによって、サンプルホールド容量 C_{42} に充電された信号 ΔV_3 は、水平信号線寄生容量 C_5

1との容量分配により、 $\Delta V3$ に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量 $\Delta V4$ まで減少した信号となり、VOUTから最終出力される。

特許文献1: 特開2003-46865号公報(第1-8頁、第2図)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0018] しかしながら、従来の固体撮像装置には、以下のような問題点がある。

フローティングディフュージョンFDをゲートとするSFからの信号をノイズキャンセル部40の容量 $C41$ の一端に与えるが、このときSFからの出力信号 $\Delta V2$ (図1のノードSIG1)はフローティングディフュージョンFDの電圧変化分 $\Delta V1$ の0.8-0.9倍程度に減少してしまう。さらにノイズキャンセル部40の容量 $C41$ と容量 $C42$ とで容量分配が発生してしまい、検出すべき信号変化分(図1のノードSIG3)は $\Delta V2$ に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量 $\Delta V3$ まで減少してしまう。さらに信号出力部50のHSELパルスによって、容量 $C42$ に充電された信号 $\Delta V3$ が水平信号線に読み出されるが、ここでも水平信号線寄生容量 $C51$ が無視できず、検出電圧は $\Delta V3$ に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量にまで減少した信号(図1のノードSIG4)となってしまう。すなわち固体撮像装置としては、感度・飽和出力が極端に低い部類の素子になり、S/N比が悪くなっている。

[0019] このように、フローティングディフュージョンFDでの信号変化量 $\Delta V1$ は、SFとノイズキャンセル部容量分配と水平信号線寄生容量という3つの大きい要因により、最終出力信号としては $\Delta V1$ の0.2-0.3程度まで減少してしまう。この減少を防ぐためにはノイズキャンセル容量 $C41$ と $C42$ とを増加させ、特に容量 $C41$ を大きくすることが考えられるが、この方法はチップ面積の増加を招き、コストアップの直接の原因になる。

[0020] そこで、本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、低消費電力で高感度化、低ノイズ化およびチップ面積の増大の抑制を可能にする固体撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0021] 上記目的を達成するために、本発明に係る固体撮像装置においては、2次元画像を取得するための固体撮像装置であって、入射光を電荷に変換する光電変換手段

と、前記電荷を電圧に変換して出力する増幅手段とを含み、2次元配列される複数の画素部と、列毎に設けられ、当該列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧に含まれる雑音を除去する複数の雑音信号除去手段と、前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧を増幅し、増幅した電圧を当該列に対応する雑音信号除去手段に出力する複数の列増幅手段とを備えることを特徴とする。

[0022] このように、列増幅手段を画素部と雑音信号除去手段の間の位置に内蔵することにより、画素部の増幅手段からの出力電圧、つまり画素信号だけをN倍に増幅することができ、雑音信号除去手段以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分の増幅を避け、S/N比の向上が図られる。また、列増幅手段で画素信号をN倍に増幅することによって、雑音信号除去手段の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小化したと同等の効果を得ることも可能になり、固体撮像装置のチップ面積の増大を抑制することが可能になる。

[0023] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記固体撮像装置は、さらに、前記雑音信号除去手段からの出力電圧に対して、インピーダンスを変換するインピーダンス変換手段と、前記インピーダンス変換手段からの出力電圧を増幅する出力信号増幅手段とを備えることを特徴とすることができる。

[0024] このように、水平信号線での容量分配を防ぐ回路を提供することにより、最終出力信号での高感度化と低ノイズ化が可能になる。つまり、雑音信号除去手段からの出力信号をインピーダンス変換することで、後段の接続回路の影響を受けない構成にすることができる。

[0025] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記インピーダンス変換手段は、ソースフォロア回路であることを特徴とすることもできる。

[0026] これにより、インピーダンス変換手段を簡単な構成で実現することができる。

また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記列増幅手段は、反転増幅器と、前記反転増幅器の入力端と出力端との間に設けられたスイッチ手段とを備えることを特徴とすることができる。

[0027] これにより、列毎の反転増幅器のMOSTランジスタの閾値ばらつきをキャンセルすることができる。

- [0028] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記列増幅手段は、異なる増幅度を有する複数の列増幅回路と、前記入力電圧のレベルに応じて、前記複数の列増幅回路の一つを選択する選択回路とを備えることを特徴とすることができる。
- [0029] これにより、画素部の信号レベルが小さいときに大きく増幅し、レベルが大きいときには小さく増幅して、出力信号をより望ましいものにすることができる。
- [0030] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記雑音信号除去手段は、容量分配方式を用いることを特徴とすることができる。
- [0031] これにより、製造工程が容易になる。
- また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記雑音信号除去手段は、コンデンサを有し、前記コンデンサは、N型MOS容量で構成されることを特徴とすることができる。
- [0032] これにより、製造工程が容易になる。
- また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記固体撮像装置が備えるトランジスタは、すべてN型MOSTランジスタで構成されることを特徴とすることができる。
- [0033] これにより、製造工程が容易になる。
- また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記固体撮像装置は、さらに前記各列増幅手段が有する負荷回路に電源電圧と、当該電源電圧より高い昇圧電圧を印加する昇圧電圧印加手段とを備えることを特徴とすることができる。
- [0034] このように、電源電圧より高い昇圧電圧を昇圧電圧印加手段から印加された列増幅手段を画素部と雑音信号除去手段の間の位置に内蔵することにより、画素部の増幅手段からの出力電圧、つまり画素信号だけを直線性よくN倍に増幅することができ、雑音信号除去手段以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分の増幅を避け、 S/N 比の向上が図られる。また、列増幅手段で画素信号をN倍に増幅することによって、雑音信号除去手段の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小化したと同等に効果を得ることも可能になり、固体撮像装置のチップ面積の増大を抑制することが可能になる。
- [0035] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記昇圧電圧印加手段は、チャージポンプ方式で電源電圧を昇圧するチャージポンプ回路であることを特徴とすること

もできる。

[0036] これにより、チャージポンプ回路により昇圧電圧を生成することで、低消費電力化に大きく寄与することができる。

[0037] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記チャージポンプ回路は、列を選択する駆動パルスを用いて電源電圧を昇圧することを特徴とすることもできる。

[0038] これにより、昇圧電圧生成用パルスを別途設けることなく、昇圧電圧を簡単に生成することができる。

[0039] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記昇圧電圧印加手段は、前記各列増幅手段内部に設けられ、前記負荷回路に電源電圧と当該電源電圧より高い昇圧電圧を印加するブートストラップ回路であることを特徴とすることもできる。

[0040] このようにブートストラップ回路を各列増幅手段内部に設けることで、列増幅手段の増幅度のばらつきを抑制する働きを持たせることができ、列毎の増幅度のばらつきによる縦状ノイズを軽減することができる。

[0041] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記負荷回路は、負荷用の第1のMOSTランジスタであり、前記第1のMOSTランジスタのドレインに前記電源電圧を印加し、当該第1のMOSTランジスタのゲートに前記昇圧電圧を印加するようにしたことを特徴とすることもできる。

[0042] これにより、簡単な構成で、画素信号だけを直線性よくN倍に増幅することができる。

また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記各列増幅手段は、さらにドライブ用の第2のMOSTランジスタを備え、前記第2のMOSTランジスタのドレインに前記第1のMOSTランジスタのソースを接続し、当該第2のMOSTランジスタのゲートに前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧をクランプ用容量を介して印加し、前記第1および第2のMOSTランジスタの抵抗値の比により定められる増幅度で、前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧を増幅することを特徴とすることもできる。

[0043] これにより、画素信号だけを直線性よくN倍に増幅することができ、雑音信号除去手段以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分の増幅を避け、 S/N 比の向

上が図られる。また、列増幅手段で画素信号をN倍に増幅することによって、雑音信号除去手段の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小したと同等に効果を得ることも可能になり、固体撮像装置のチップ面積の増大を抑制することが可能になる。

[0044] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記各列増幅手段は、前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧の入力レベルに応じて増幅度を変えることを特徴とすることができる。

[0045] これにより、入射光量に応じて最適な増幅を行うことで、例えば暗いところは明るく、明るいところは抑えめにするような常時感度のよい映像を生成することができる。

[0046] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記各列増幅手段は、増幅度が異なる複数の列増幅手段と、前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧の入力レベルに応じて、前記各列増幅手段の一つを選択する選択手段とを備えることを特徴とすることもできる。

[0047] これによっても、入射光量に応じて最適な増幅度をもつアンプに切り替えることにより、常時感度のよい映像を生成できる。

[0048] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記列増幅手段は、前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧の入力レベルが低くなるにつれて、前記増幅度を大きくすることを特徴とすることもできる。

[0049] これにより、画素部の信号レベルが小さいときに大きく増幅し、レベルが大きいときには小さく増幅して、出力信号をより望ましいものにすることができる。

[0050] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記各列増幅手段は、さらに前記第2のMOSTランジスタのドレインとゲートとを同一電圧とするための第3のMOSTランジスタを備え、前記第2のMOSTランジスタの閾値電圧と前記画素部の増幅手段からクランプ用容量を介して前記列増幅手段に入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定することを特徴とすることができる。

[0051] これにより、列毎の第2のMOSTランジスタの閾値ばらつきをキャンセルすることができる。

[0052] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記各列増幅手段は、必要動作期間以外に、前記第2のMOSTランジスタの駆動電流を遮断させる遮断手段を備える

ことを特徴とすることができる。

[0053] これにより、低消費電力で高感度化と低ノイズ化とを実現することができる。

また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記固体撮像装置は、さらに前記雑音信号除去手段からの出力電圧に対して、インピーダンスを変換するインピーダンス変換手段を備えることを特徴とすることができる。

[0054] これにより、雑音信号除去手段からの出力信号をインピーダンス変換することで、後段の接続回路の影響を受けない構成にすることができる。

[0055] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記インピーダンス変換手段は、N MOSTランジスタを用いて構成されるソースフォロア回路であることを特徴とすることもできる。

[0056] これにより、N型MOSで構成する際には、最も優れたインピーダンス変換手段であり、水平信号線 L_m での容量分配を防ぐことができ、最終出力信号での高感度化と低ノイズ化を実現することができる。

[0057] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記雑音信号除去手段は、コンデンサを有し、前記コンデンサは、N型MOS容量で構成されることを特徴とすることもできる。

[0058] これにより、固体撮像装置の製造工程が容易になる。

また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記固体撮像装置が備えるランジスタは、すべてNMOSTランジスタにより構成されることを特徴とすることもできる。

[0059] これにより、すべての回路をN型MOS回路で構成することにより、製造工程が容易になり、また、P型MOS形成行程での熱処理による画素特性の劣化を防止し、製造された固体撮像装置の画質の特性が良好になる。

[0060] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記列増幅手段は、前記画素部の増幅手段の周波数帯域よりも低周波数側になるように構成され、雑音周波数に帯域制限をかけることを特徴とすることもできる。

[0061] これにより、雑音周波数に帯域制限を設けることが可能となり、画質の特性が良好になる。

[0062] また、本発明に係る固体撮像装置においては、前記雑音除去手段は、前記画素部

の増幅手段の周波数帯域よりも低周波数側になるように構成され、雑音周波数に帯域制限をかけることを特徴とすることもできる。

- [0063] これによっても、雑音周波数に帯域制限を設けることが可能となり、画質の特性が良好になる。
- [0064] なお、本発明は、このような固体撮像装置として実現することができるだけでなく、このような固体撮像装置を含むカメラとして実現したりすることもできる。
- [0065] これにより、雑音信号除去手段以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分の増幅を避け、 S/N 比の向上が図られ、列増幅手段で画素信号を N 倍に増幅することによって、雑音信号除去手段の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小化したと同等に効果を得ることも可能になり、固体撮像装置のチップ面積の増大を抑制することが可能になり、しかも感度特性の直線性を高めることが可能なカメラを実現することができる。

発明の効果

- [0066] 以上の説明から明らかなように、本発明によれば、画素部からの出力信号に重畳するノイズが少ない段階で、列増幅手段で入出力ゲイン特性の直線性を向上させ、ダイナミックレンジを広げた上で信号量を増大し、後段の雑音信号除去手段に信号を入力するため、 S/N の向上が達成でき、さらに雑音信号除去手段からの信号を一旦インピーダンス変換する回路を設けることで、水平信号線 L_m での容量分配を防いでゲインを向上する回路を提供している。さらに列増幅手段において、必要動作期間以外での駆動電流を遮断することにより、低消費電力で高感度化と低ノイズ化を実現しており、特性改善はもとより、雑音信号除去手段回路の面積縮小をも可能にすることができる。
- [0067] よって、本発明により、例えば比較的暗い室内および明るい室外の両方の風景を室内から撮影したような場合、室外の高光量部分でコントラストのある質のよい映像を生成することができ、デジタルカメラが普及してきた今日における本願発明の実用的価値は極めて高い。

図面の簡単な説明

- [0068] [図1]従来の N 型MOSのみで構成された固体撮像装置900の回路例を示す図であ

る。

[図2]固体撮像装置900のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図である。

[図3]本発明の実施の形態1に係るNMOS型固体撮像装置の回路概念図である。

[図4]本発明の実施の形態1に係るNMOS型固体撮像装置の回路図である。

[図5]本発明の実施の形態1に係るNMOS型固体撮像装置の回路の駆動タイミング図である。

[図6]本発明の実施の形態2に係るNMOS型固体撮像装置の回路図である。

[図7]本発明の実施の形態2に係るNMOS型固体撮像装置の回路の駆動タイミング図である。

[図8]本発明の実施の形態3に係るNMOS型固体撮像装置の回路概念図である。

[図9]本発明の実施の形態4に係るN型MOSのみで回路構成された回路概念図である。

[図10]固体撮像装置210のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図である。

[図11]本発明の実施の形態4に係る固体撮像装置を具体化した回路例を示す図である。

[図12]チャージポンプ回路80aの具体的回路例を示す図である。

[図13]チャージポンプ回路80aの駆動タイミングを示す図である。

[図14]固体撮像装置220のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図である。

[図15]本発明の実施の形態4に係る固体撮像装置210を具体化した他の固体撮像装置の回路例を示す図である。

[図16]固体撮像装置230のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図である。

[図17]本発明の実施の形態7に係るNMOS型固体撮像装置の回路概念図を示す図である。

[図18]本発明の実施の形態8に係る固体撮像装置の具体的な回路を示す図である。

[図19]NMOS型固体撮像装置250の駆動タイミングを示す図である。

[図20]本発明の実施の形態9に係る固体撮像装置の回路概念図である。

[図21]カメラの構成を示す図である。

符号の説明

- [0069] 10 画素部
40 ノイズキャンセル部
50, 50a 信号出力部
60, 60a, 60b 画素信号増幅部
70, 70a, 70b コラムアンプ(列増幅部)
71 反転増幅コラムアンプ(列増幅部)
80 昇圧回路
80a チャージポンプ回路
110, 120, 130, 140, 210,
220, 230, 240, 250, 260 固体撮像装置
PD フォトダイオード
FD フローティングディフュージョン
COMP コンパレータ
Q52, Q71, Q72 トランジスタ
C41, C42, C51, CA クランプ容量

発明を実施するための最良の形態

[0070] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

[0071] (実施の形態1)

図3は、本発明の実施の形態1に係るP型MOS形成行程での熱処理による画素特性の劣化を防止したN型MOSのみで回路構成された回路概念図である。なお、同図において、図1に示される固体撮像装置900と対応する構成部分に同じ番号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0072] 固体撮像装置110は、画素部10とノイズキャンセル部40の間に画素信号増幅部60(すなわち、コラムアンプ70)を挿入した構成をとる。なお、その駆動タイミングは図2に示したものと同一である。

[0073] すなわち、時刻 t_1 において、RESETパルスをONにして、フローティングディフュージョンFDにVDDを与える。このときフローティングディフュージョンFDをゲートとするSFからの信号(図3のノードSIG11)をVSELパルスをONにして、後段に接続する

コラムアンプ70に入力して電圧増幅し(図3のノードSIG12a)、さらにNCSHパルスをONにして、ノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図3のノードSIG13a)に与える。このとき同時にNCCLパルスをONにして、容量C41の他端(図3のノードSIG14a)に一定のクランプ電圧(NCDC)を与えることで容量C41が充電される。

[0074] 次に、時刻t2において、RESETパルスとNCCLパルスをOFFにする。

時刻t3において、光を電気信号に変換するフォトダイオードPDに蓄積された電荷をTRANパルスをONにしてフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから $\Delta V1$ だけ変化することでSFからの信号(図3のノードSIG11)も $\Delta V2$ だけ変化し、個々のSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号が後段に接続するコラムアンプ70に入力されてN倍の電圧に増幅され、ノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図3のノードSIG13a)に与えられる。これにより容量C41の他端の信号(図3のノードSIG14a)も $\Delta V2$ のN倍増幅したのと同程度の信号分が変化することになる。このとき、同じノードに接続している容量C42との容量分配が発生したときの信号変化分は、 $\Delta V2$ のN倍増幅した信号に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V3$ のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる。

[0075] 次に、時刻t4において、水平信号線(図3のノードSIG14a)を信号出力部50のRSパルスをONすることによって一定電圧に固定する。

[0076] 時刻t5において、信号出力部50のHSELパルスによって、容量C42に充電された $\Delta V3$ のN倍増幅された信号は、水平信号線寄生容量C51との容量分配により、 $\Delta V3$ のN倍増幅された信号に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V4$ のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる仕組みになっている。

[0077] すなわち、固体撮像装置の中の回路で信号増幅することにより、従来にくらべ飛躍的に高感度な固体撮像装置を提供することができる。また、画素信号増幅部60を画素部10とノイズキャンセル部40の間に内蔵することにより、ノイズキャンセル部40以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分を増幅することがないため、 S/N の向上につながる。さらに、信号増幅することによって、ノイズキャンセル用容量も縮

小化が可能になり、例えばN倍増幅回路が内蔵されていれば、S/Nを悪化させることなく、ノイズキャンセル用容量は1/N倍まで縮小化することも可能になる。

[0078] 図4は、本発明の実施の形態1に係るコラムアンプ70の具体的回路の例を示す図である。

[0079] 本実施の形態に係る固体撮像装置120の画素信号増幅部60aは、画素部10における画素信号のソースフォロア出力信号(図4のノードSIG21)をクランプする容量CAを配置し、その後段に反転アンプを備えている。

[0080] 図5は、その駆動タイミングを示す図である。

時刻t1において、RESETパルスをONにしてフローティングディフュージョンFDにVDDを与える。このときフローティングディフュージョンFDをゲートとするSFからの信号(図4のノードSIG21)をVSELパルスをONにして、後段に接続する画素信号増幅部60aの容量CAに入力する。このとき画素信号増幅部60a内のAMPCLパルスをONにしておき、後段の反転アンプのトランジスタQ72の閾値電圧とで、容量CAを充電する。このとき、AMPCLパルスをONにすることでトランジスタQ72のドレインとゲートとを同一電圧とし、トランジスタQ72の閾値電圧と画素信号増幅部60aに入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定する。これにより、列毎のトランジスタQ72の閾値ばらつきもキャンセルできる。なお、AMPCLパルスは、垂直ブランキング期間内でのみパルスを与えることで、回路のスウィッチングノイズを大幅に削減させることもできる。

[0081] 次に、画素信号増幅部60a内の出力信号をノイズキャンセル部40におけるNCSHパルスをONにして、ノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図4のノードSIG25a)に与える。このとき同時にNCCLパルスをONにして、容量C41の他端(図4のノードSIG26a)に一定のクランプ電圧(以下NCDC)を与えることで容量C41が充電される。

[0082] 時刻t2で、画素部10のRESETパルスとノイズキャンセル部40のNCCLパルスをOFFにして、光を電気信号に変換するフォトダイオードPDに蓄積された電荷をTRANパルスをONにしてフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから $\Delta V1$ だけ変化することでSFからの信

号も $\Delta V2$ だけ変化し、個々のSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号(図4のノードSIG21)が後段に接続する画素信号増幅部60aに入力される。このとき画素信号増幅部60a内のAMPCLパルスはOFFにされている。ここで画素信号増幅部60a内のN倍増幅反転アンプにより、 $\Delta V2$ はN倍の信号に増幅されて、ノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図4のノードSIG25a)に与えられる。これにより容量C41の他端の信号(図4のノードSIG26a)も $\Delta V2$ のN倍増幅したのと同程度の信号分変化することになる。このとき、同じノードに接続している容量C42との容量分配が発生したときの信号変化分は、 $\Delta V2$ のN倍増幅した信号に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V3$ のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる。

[0083] 次に、時刻 $t4$ において、水平信号線(図4のノードSIG27a)は信号出力部50のRSパルスをONすることによって一定電圧に固定される。

[0084] 時刻 $t5$ において、信号出力部50のHSELパルスによって、容量C42に充電された $\Delta V3$ のN倍増幅された信号は、水平信号線寄生容量C51との容量分配により、 $\Delta V3$ のN倍増幅された信号に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V4$ のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる仕組みになっている。

[0085] 以上のように、コラムアンプを画素部とノイズキャンセル部との間に内蔵することにより、ノイズキャンセル部以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分を増幅することなく、S/N比の向上が図られる。また、コラムアンプで信号増幅することによって、ノイズキャンセル部の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小化することも可能になり、チップ面積の縮小が可能になる。

[0086] (実施の形態2)

図6は、本発明の実施の形態2に係るP型MOS形成行程での熱処理による画素特性の劣化を防止したNMOS型固体撮像装置の回路を示している。本発明の実施の形態2に係る固体撮像装置130は、信号出力部50aの入力部にインピーダンス変換用ソースフォロア回路を追加しているところが実施の形態1と異なる。

[0087] 本実施の形態2は、実施の形態1の回路において、ノイズキャンセル部40からの信

号を、一旦インピーダンス変換する回路を介してから水平信号線に転送しているため、水平信号線寄生容量C51による容量分配が発生せず、実施の形態1の回路よりもさらに高感度化と低ノイズ化を実現でき、チップ面積の縮小も容易に実現できる。

[0088] 図7は、NMOS型固体撮像装置130の駆動タイミングを示す図である。

時刻 t_1 において、RESETパルスをONにしてフローティングディフュージョンFDにVDDを与える。このときフローティングディフュージョンFDをゲートとするSFからの信号(図6のノードSIG41)を、VSELパルスをONにして後段に接続する画素信号増幅部60aの容量CAに入力する。このとき画素信号増幅部60a内のAMPCLパルスをONにしておき、後段の反転アンプのトランジスタQ72の閾値電圧とで、容量CAを充電する。このとき、AMPCLパルスをONにすることでトランジスタQ72のドレインとゲートとを同一電圧とし、トランジスタQ72の閾値電圧と画素信号増幅部60aに入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定する。これにより、列毎のトランジスタQ72の閾値ばらつきもキャンセルできる。なお、AMPCLパルスは、垂直ブランキング期間内でのみパルスを与えることで、回路のスイッチングノイズを大幅に削減させることもできる。

[0089] 次に画素信号増幅部60a内の出力信号を、NCSHパルスをONにしてノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図6のノードSIG45a)に与える。このとき同時にNCCLPパルスをONにして、容量C41の他端(図6のノードSIG46a)に一定のクランプ電圧(以下NCDC)を与えることで容量C41が充電される。

[0090] 時刻 t_2 で、RESETパルスとNCCLパルスをOFFにして、光を電気信号に変換するフォトダイオードPDに蓄積された電荷を、TRANパルスをONにしてフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから ΔV_1 だけ変化することでSFからの信号も ΔV_2 だけ変化し、個々のSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号(図6のノードSIG41)が後段に接続する画素信号増幅部60aに入力される。このとき画素信号増幅部60a内のAMPCLパルスはOFFにされている。ここで画素信号増幅部60a内のN倍増幅反転アンプにより、 ΔV_2 はN倍の信号に増幅されて、ノイズキャンセル部40の容量C41の一端(図6のノードSIG45a)に与えられる。これにより容量C41の他端の信号(図6のノードSIG46

a)も $\Delta V2$ のN倍増幅したのと同程度の信号分変化することになる。このとき、同じノードに接続している容量 $C42$ との容量分配が発生したときの信号変化分は、 $\Delta V2$ のN倍増幅した信号に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V3$ のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる。

[0091] 次に時刻 $t4$ において、水平信号線(図6のノードSIG48a)は信号出力部50aのRSパルスをONすることによって一定電圧に固定される。

[0092] 時刻 $t5$ において、信号出力部50aのHSELパルスによって、容量 $C42$ に充電された $\Delta V3$ のN倍増幅された信号は、トランジスタ $Q52$ を含むインピーダンス変換用ソースフォロア回路を通過することで、0.8〜0.9倍に低下した信号として水平信号線(図6のノードSIG48a)上に現れる。しかし、インピーダンス変換用ソースフォロア回路が追加されていることにより水平信号線寄生容量 $C51$ との容量分配の影響がなくなるため、 $\Delta V3$ のN倍増幅された信号に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量となっていた従来回路での信号変化分 $\Delta V4$ よりも出力信号量を増加させることができる仕組みになっている。

[0093] 以上のように、水平信号線での容量分配を防ぐ回路を提供することにより、最終出力信号での高感度化と低ノイズ化が可能になる。

[0094] (実施の形態3)

図8は、本発明の実施の形態3に係るP型MOS形成行程での熱処理による画素特性の劣化を防止したNMOS型固体撮像装置の回路概念図である。

[0095] 固体撮像装置140は、画素信号増幅部60bが、画素部10の出力電圧のレベルに応じて、増幅度を異ならせることができる構成となっている。この構成例では、画素信号増幅部60bは、コンパレータCOMPによって選択される増幅度の異なるコラムアンプ70aおよび70bを備え、画素部10の出力電圧のレベルに応じて、コラムアンプ70aおよび70bの内のいずれか1つを選択する方式をとっている。

[0096] 画素部10におけるノードSIG61の電位とVREFとをコンパレータCOMPにて比較し、もし、ノードSIG61の電位の方がVREFよりも高い場合には、ノードSIG61の電圧がコラムアンプ70aの入力端子に入り、一方のコラムアンプ70bの入力端子には入らないようにコンパレータCOMPの出力電位により制御される。従って、コラムアンプ

70aおよび70bの出力端子であるノードSIG62aの電位は、増幅度の低い方のコラムアンプ70aの出力電位で決定されることになる。

[0097] 逆に、もしノードSIG61の電位の方がVREFよりも低い場合には、ノードSIG61の電圧がコラムアンプ70bの入力端子に入り、一方のコラムアンプ70aの入力端子には入らないようにコンパレータCOMPの出力電位により制御される。従って、コラムアンプ70aおよび70bの出力端子であるノードSIG2の電位は、増幅度の高い方のコラムアンプ70bの出力電位で決定されることになる。

[0098] 以上のように、画素部の信号レベルが小さいときに大きく増幅し、レベルが大きいときには小さく増幅して、出力信号をより望ましいものにすることができる。

[0099] なお、画素信号増幅部60bの構成は、本実施の形態3で説明を行った構成に限られるものではなく、3つ以上のコラムアンプで構成されていてもよく、また、画素部10の出力電圧のレベルに応じて連続的に増幅度が変化するような構成であってももちろんよい。

[0100] (実施の形態4)

図9は、本発明の実施の形態4に係るN型MOSのみで回路構成された回路概念図である。

[0101] 固体撮像装置210は、画素部10と、ノイズキャンセル部40と、信号出力部50との他、さらに画素部10とノイズキャンセル部40の間に挿入される画素信号増幅部60を備える構成をとる。画素信号増幅部60は、コラムアンプ70と、昇圧回路80とを備える。なお、画素部10、ノイズキャンセル部40および信号出力部50については、上述した従来の固体撮像装置900と同構成であるので、その構成の詳細な説明を省略する。

[0102] 昇圧回路80は、電源電圧VDDより高い昇圧電圧を生成する。

コラムアンプ70は、ソースフォロアSFからの電圧をN倍に増幅して出力するものであり、さらに昇圧回路80で発生した昇圧電圧を利用することによって、直線性を向上させてダイナミックレンジを広げている。

[0103] 次いで、固体撮像装置210の動作を説明する。

図10は、固体撮像装置210のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図であ

る。

- [0104] まず、時刻 t_1 において、RESETパルスによりリセットトランジスタQ12をONにして、フローティングディフュージョンFDに電源電圧VDDを与える。このとき、VSELパルスにより行選択トランジスタQ14をONにして、フローティングディフュージョンFDの電荷に応じた電圧(図9のノードSIG11)をソースフォロアSFから後段のコラムアンプ70に入力し、N倍に電圧増幅し(図9のノードSIG12b)、さらにNCSHパルスによりサンプルホールドトランジスタQ31をONにして、ノイズキャンセル部40のクランプ容量C41の一端(図9のノードSIG13b)に与える。このとき同時にNCCLパルスによりクランプトランジスタQ42をONにして、クランプ容量C41の他端(図9のノードSIG14b)に一定のクランプ電圧NCDCを与えることでクランプ容量C41が充電される。
- [0105] なお、コラムアンプ70には電源電圧VDDより高い昇圧電圧を生成する昇圧回路80が付加されており、昇圧回路80で発生した昇圧電圧を利用することによって、直線性を向上させてダイナミックレンジを広げている。
- [0106] 次に、時刻 t_2 において、RESETパルスとNCCLパルスとをローレベルとすることにより、リセットトランジスタQ12およびクランプトランジスタQ42をOFFにする。
- [0107] 時刻 t_3 において、TRANパルスにより転送トランジスタQ11をONにして、光を電気信号に変換するフォトダイオードPDに蓄積された電荷をフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから ΔV_1 だけ変化することでソースフォロアSFからの信号(図9のノードSIG11)も ΔV_2 だけ変化し、個々のソースフォロアSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号が後段に接続するコラムアンプ70に入力されてN倍の電圧に増幅され、ノイズキャンセル部40のクランプ容量C41の一端(図9のノードSIG13b)に与えられる。これによりクランプ容量C41の他端の信号(図9のノードSIG14b)も ΔV_2 のN倍増幅したのと同程度の信号分が変化することになる。このとき、同じノードに接続しているクランプ容量C41との容量分配が発生したときの信号変化分は、 ΔV_2 のN倍増幅した信号に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 ΔV_3 のN倍に増幅した電圧まで信号量を増加させることができる。
- [0108] 次に、時刻 t_4 において、RSパルスにより信号出力部50の水平線初期化トランジス

タQ52をONすることによって、水平信号線Lm(図9のノードSIG14b)を一定電圧に固定する。

[0109] 時刻t5において、HSELパルスにより信号出力部50の列選択トランジスタQ51をONすることによって、サンプルホールド容量C42に充電された $\Delta V3$ のN倍増幅された信号は、水平信号線寄生容量C51との容量分配により、 $\Delta V3$ のN倍増幅された信号に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V4$ のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる仕組みになっている。

[0110] すなわち、固体撮像装置210の中のコラムアンプ70で信号増幅することにより、従来にくらべ飛躍的に高感度な固体撮像装置を提供することができる。また、画素信号増幅部60を画素部10とノイズキャンセル部40の間に内蔵することにより、ノイズキャンセル部40以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分を増幅することがないため、S/Nの向上につながる。さらに、信号増幅することによって、ノイズキャンセル用容量も縮小化が可能になり、例えばN倍増幅回路が内蔵されていれば、S/Nを悪化させることなく、ノイズキャンセル用容量は $1/N$ 倍まで縮小化することも可能になる。また、昇圧回路80により生成された電源電圧VDDより高い昇圧電圧をコラムアンプ70に印加することにより、直線性を向上させてダイナミックレンジを広げることができる。

[0111] (実施の形態5)

図11は、本発明の実施の形態4に係る固体撮像装置を具体化した回路例を示す図である。

[0112] 本実施の形態5に係る固体撮像装置220の画素信号増幅部60aは、容量CA、負荷トランジスタQ71、ドライブトランジスタQ72、反転増幅コラムアンプ71、アンプリセツトトランジスタQ73、スイッチトランジスタQ74および反転回路INVから構成される。

[0113] なお、負荷トランジスタQ71と、ドライブトランジスタQ72とで、反転増幅コラムアンプ71が構成される。

[0114] 容量CAは、画素部10におけるソースフォロアSFから出力された信号(図10のノードSIG21)をクランプするものである。

[0115] 反転増幅コラムアンプ71は、電源VDDとGND間に配設される負荷トランジスタQ

71とドライブトランジスタQ72とで構成され、負荷トランジスタQ71とドライブトランジスタQ72と特性により、ソースフォロアSFから入力される信号をN倍に反転増幅する。

[0116] アンプリセットトランジスタQ73は、反転増幅コラムアンプ71のドライブトランジスタQ72のゲートと、反転増幅コラムアンプ71の入出力とをスイッチする、つまりドライブトランジスタQ72のゲートとドレインとを同一電圧とするためのものであり、ドライブトランジスタQ72の閾値電圧とソースフォロアSFから入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定する。

[0117] スイッチトランジスタQ74と反転回路INVとは、必要動作期間以外にドライブトランジスタQ72のゲートを接地することにより、ドライブトランジスタQ72の駆動電流を遮断させ、反転増幅コラムアンプ71の消費電流を削減するようにしている。

[0118] 反転増幅コラムアンプ71については、その負荷トランジスタQ71のゲートに電源電圧VDDより高い昇圧電圧HIGHDCを印加し、負荷トランジスタQ71のON抵抗値をほぼ0とし、負荷トランジスタQ71の閾値による電圧降下現象を防いでいる。

[0119] この方法によって、反転増幅コラムアンプ71の直線性が向上し、ダイナミックレンジを広げることができる。反転増幅コラムアンプ71のゲイン調整および直線性は、ドライブ側と負荷トランジスタQ71サイズによって任意に設定している。

[0120] ここで、昇圧回路80の具体例としては、チャージポンプ方式で動作するチャージポンプ回路80aが考えられる。

[0121] 図12は、チャージポンプ回路80aの具体的回路例を示す図である。

図12に示されるように、チャージポンプ回路80aは、チャージアップ用の容量C81、C82と、整流用の容量C83、C84と、整流用のダイオードD81、D82と、電源電圧VDDを容量C81に充電するトランジスタQ81と、容量C83、C84に充電された電荷を抜くためのトランジスタQ82、Q83とから構成され、一般のMOS型固体撮像装置で使用する水平走査用回路に用いられる高速の駆動パルスH1、H2を利用している。

[0122] 電源をドレインに、ゲートを駆動パルスH2に、ソースを容量C81を介した駆動パルスH1に接続されたトランジスタQ81と、前記ソースをアノードとするダイオードD81と、ダイオードD81のカソードには、駆動パルスH1との間に容量C82を設け、さらにG

NDとの間には容量C83を設けている。

- [0123] さらにもう一段のダイオードD82のアノードも接続され、もう一段のダイオードD82のカソードにはGNDとの間に容量C84を設けている。この容量C84で整流された電圧を昇圧電圧としている。
- [0124] さらにダイオードD81, D82のカソードには、水平走査回路駆動用のスタートパルスゲートに、GNDをソースに接続されたトランジスタQ81, Q82がそれぞれ接続され、スタートパルスにより一旦GNDに初期化したのち、チャージポンプ動作を開始し、駆動パルスH1, H2を1水平走査時に入力することで、DC的に安定した昇圧電圧を生成している。
- [0125] 図13は、チャージポンプ回路80aの駆動タイミングを示す図である。
- まず、スタートパルスHSTにより、容量C83, C84に充電された電荷を抜く。そして、駆動用のパルスH2によりトランジスタQ81をONすることにより、容量C82に電源電圧VDDを充電し、駆動パルスH1, H2により容量C81, C82の電位を押し上げることで、短時間で電源電圧VDDより高い昇圧電圧を生成する。
- [0126] なお、ダイオードD81, D82として、ゲートとドレインを接続してアノードとし、ソースをカソードとして使うMOSTランジスタダイオードを使用してもよい。
- [0127] 次いで、固体撮像装置220の動作を説明する。
- 図14は、固体撮像装置220のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図である。
- [0128] まず、時刻t1において、RESETパルスによりリセットトランジスタQ12をONにしてフローティングディフュージョンFDにVDDを与える。このとき、VSELパルスにより行選択トランジスタQ14をONにして、フローティングディフュージョンFDの電荷に応じたソースフォロアSFからの信号(図10のノードSIG21)を後段の画素信号増幅部60aの容量CAに入力する。このとき、AMPCLパルスにより画素信号増幅部60a内のアンプリセットトランジスタQ73をONにしておき、後段の反転増幅コラムアンプ71のドライブトランジスタQ72の閾値電圧とで、容量CAを充電する。このとき、AMPCLパルスによりアンプリセットトランジスタQ73をONにすることでドライブトランジスタQ72のドレインとゲートとを同一電圧とし、ドライブトランジスタQ72の閾値電圧と画素信号

増幅部60aに入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定する。

- [0129] これにより、列毎のドライブトランジスタQ72の閾値ばらつきもキャンセルできる。なお、AMPCLパルスは、垂直ブランキング期間内でのみ与えることで、回路のスイッチングノイズを大幅に削減させることもできる。
- [0130] 次に、NCSHパルスによりノイズキャンセル部40におけるサンプルホールドトランジスタQ31をONにして、画素信号増幅部60aの出力信号をサンプルホールド容量C42の一端(図10のノードSIG24b)に与える。このとき、同時にNCCLパルスによりクランプトランジスタQ42をONにして、サンプルホールド容量C42の他端(図10のノードSIG25b)に一定のクランプ電圧NCDCを与えることでサンプルホールド容量C42が充電される。
- [0131] 時刻t2で、RESETパルスとNCCLパルスをローレベルにすることにより画素部10のリセットトランジスタQ12と、ノイズキャンセル部40のクランプトランジスタQ42とをOFFにして、TRANパルスにより転送トランジスタQ11をONにして光を電気信号に変換するPDに蓄積された電荷をフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから $\Delta V1$ だけ変化することでソースフォロアSFからの信号も $\Delta V2$ だけ変化し、個々のソースフォロアSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号(図10のノードSIG21)が後段の画素信号増幅部60aに入力される。このとき、AMPCLパルスをローレベルにすることにより画素信号増幅部60aのアンプリセットトランジスタQ73はOFFにされている。ここで、画素信号増幅部60aの反転増幅コラムアンプ71により、 $\Delta V2$ はN倍の信号に増幅されて、ノイズキャンセル部40のサンプルホールド容量C42の一端(図10のノードSIG24b)に与えられる。これによりサンプルホールド容量C42の他端の信号(図10のノードSIG25b)も $\Delta V2$ のN倍に増幅したのと同程度の信号分変化することになる。このとき、同じノードに接続しているクランプ容量C41との容量分配が発生したときの信号変化分は、 $\Delta V2$ のN倍増幅した信号に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V3$ のN倍に増幅した電圧まで信号量を増加させることができる。
- [0132] 次に、時刻t4において、RSパルスにより信号出力部50の水平線初期化トランジスタQ52をONすることによって、水平信号線Lm(図10のノードSIG26b)は一定電圧

に固定される。

[0133] 時刻 t_5 において、HSELパルスにより信号出力部50の列選択トランジスタQ51をONすることによって、クランプ容量C41に充電された ΔV_3 のN倍増幅された信号は、水平信号線寄生容量C51との容量分配により、 ΔV_3 のN倍増幅された信号に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 ΔV_4 のN倍に増幅した電圧まで信号量を増加させることができる仕組みになっている。

[0134] 以上のように、反転増幅コラムアンプ71を画素部10とノイズキャンセル部40との間に内蔵することにより、ノイズキャンセル部以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分を増幅することなく、S/N比の向上が図られる。また、反転増幅コラムアンプ71アンプでN倍に信号増幅することによって、ノイズキャンセル部40の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小化したのと同等にすることも可能になり、チップ面積の縮小が可能になる。

[0135] (実施の形態6)

図15は、本発明の実施の形態4に係る固体撮像装置210を具体化した他の固体撮像装置の回路例を示す図である。

[0136] 本実施の形態6に係る固体撮像装置230の画素信号増幅部60bは、容量CA、負荷トランジスタQ71、ドライブトランジスタQ72、反転増幅コラムアンプ71、アンプリセットトランジスタQ73およびスイッチトランジスタQ74の他、各画素信号増幅部に設けられる昇圧回路として構成される負荷トランジスタQ71をブートするためのブートストラップ容量CBと、スイッチトランジスタQ75、Q76、Q77とを備える。

[0137] 画素部10における画素信号のソースフォロア出力信号(図15のノードSIG21)をクランプする容量CAを配置し、容量CAの出力端には電源とGND間に負荷トランジスタQ71とドライブトランジスタQ72を備えた反転増幅コラムアンプ71のドライブトランジスタQ72のゲートと反転増幅コラムアンプ71の入出力をスイッチするアンプリセットトランジスタQ73と反転増幅コラムアンプ71のドライブトランジスタQ72のゲートをGNDに接地するスイッチトランジスタQ74が接続されている。

[0138] さらに反転増幅コラムアンプ71の負荷トランジスタQ71のゲートとソースにはブートストラップ容量CBが接続され、負荷トランジスタQ71のゲートには、さらに電源電圧V

DDに接続するためのスイッチトランジスタQ75が設けられ、ブートストラップ容量CBの両端にはGNDに接地するためのスイッチトランジスタQ76, Q77が設けられた回路になっている。

- [0139] 反転増幅コラムアンプ71については、その負荷トランジスタQ71のゲートとソース間にブートストラップ容量CBを接続することで、ゲートに昇圧電圧を印加し、負荷トランジスタQ71の閾値による電圧降下現象を防いで反転増幅コラムアンプ71の直線性を向上させ、ダイナミックレンジを広げている。
- [0140] つまり、BOOTRSパルスによりスイッチトランジスタQ76, Q76をONすることでブートストラップ容量CBの電荷を抜き、BOOTSETパルスによりスイッチトランジスタQ75をONすることで、ブートストラップ容量CBに電源電圧VDDを充電し、電源電圧VDDがパルス状にされたAMPDRIVEパルスを負荷トランジスタQ71のドレインに印加することで、負荷トランジスタQ71のゲート電位がブートされるように構成されている。
- [0141] この方法が図10の回路と異なる点は、負荷トランジスタQ71のゲートとソース間がブートストラップ容量CBによって、常に一定電圧差に保たれることにある。仮に負荷トランジスタQ71の閾値が隣接する各列間でバラツキがあった場合でも、負荷トランジスタQ71のゲートとソース間が一定電圧差であるため、反転増幅コラムアンプ71の入出力ゲイン特性に差が現れにくい特長がある。この特長は、出力画像の縦方向感度ばらつきを削減する効果を持つ。
- [0142] 図16は、固体撮像装置230のトランジスタを駆動する駆動タイミングを示す図である。
- [0143] まず、時刻t00において、BOOTRSパルスによりスイッチトランジスタQ76, Q77をONにしてブートストラップ容量CBの両端の電位をGNDレベルにリセットする。時刻t01で、BOOTSETパルスによりスイッチトランジスタQ75をONにして、ブートストラップ容量CBと負荷トランジスタQ71のゲートとの接続ノードに電源電圧VDD程度の電圧を供給する。次に、時刻t1において、電源VDDがパルス状にされたAMPDRIVEパルスを負荷トランジスタQ71のソースに印加して、ブートストラップ容量CBと負荷トランジスタQ71のソースとの接続ノードに電源電圧VDD程度の電圧を供給する。これによりブートストラップ容量CBと負荷トランジスタQ71のゲートとの接続ノードには

電源電圧VDDよりも高い昇圧電圧が発生し、反転増幅コラムアンプ71の直線性改善とダイナミックレンジを大きく設定することができる。

- [0144] 時刻 t_1 において、RESETパルスによりリセットトランジスタQ12をONにしてフローティングディフュージョンFDに電源電圧VDDを与える。このとき、VSELパルスにより行選択トランジスタQ14をONにして、フローティングディフュージョンFDをゲートとするソースフォロアSFからの信号(図15のノードSIG21)を後段の画素信号増幅部60bの容量CAに入力する。このとき、AMPCLパルスにより画素信号増幅部60bのアンプリセットトランジスタQ73をONにしておき、後段の反転増幅コラムアンプ71のドライブトランジスタQ72の閾値電圧とで、容量CAを充電する。このとき、AMPCLパルスによりアンプリセットトランジスタQ73をONにすることでドライブトランジスタQ72のドレインとゲートとを同一電圧とし、ドライブトランジスタQ72の閾値電圧と画素信号増幅部60bに入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定する。
- [0145] これにより、列毎のドライブトランジスタQ72の閾値ばらつきもキャンセルできる。なお、AMPCLパルスは、垂直ブランキング期間内でのみパルスを与えることで、回路のスウィッチングノイズを大幅に削減させることもできる。
- [0146] 次に、NCSHパルスによりノイズキャンセル部40におけるサンプルホールドトランジスタQ31をONにして、画素信号増幅部60bからの出力信号をノイズキャンセル部40のサンプルホールド容量C42の一端(図15のノードSIG24b)に与える。このとき、同時にNCCLパルスによりクランプトランジスタQ42をONにして、サンプルホールド容量C42の他端(図15のノードSIG25b)に一定のクランプ電圧NCDCを与えることで、サンプルホールド容量C42が充電される。
- [0147] 時刻 t_2 で、RESETパルスとNCCLパルスをローレベルにすることにより画素部10のリセットトランジスタQ12とノイズキャンセル部40のクランプトランジスタQ42とをOFFにして、TRANパルスにより転送トランジスタQ11をONにして、光を電気信号に変換するPDに蓄積された電荷をフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位がVDDレベルから ΔV_1 だけ変化することでソースフォロアSFからの信号も ΔV_2 だけ変化し、個々のソースフォロアSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号(図15のノードSIG21)が後段に接続する画素信号増

幅部60bに入力される。このとき画素信号増幅部60b内のAMPCLパルスをローレベルにすることによりアンプリセットトランジスタQ73はOFFにされている。ここで画素信号増幅部60b内のN倍増幅反転増幅コラムアンプ71により、 $\Delta V2$ はN倍の信号に増幅されて、ノイズキャンセル部40のサンプルホールド容量C42の一端(図15のノードSIG24b)に与えられる。これによりサンプルホールド容量C42の他端の信号(図15のノードSIG25b)も $\Delta V2$ のN倍増幅したのと同程度の信号分変化することになる。このとき、同じノードに接続しているクランプ容量C41との容量分配が発生したときの信号変化分は、 $\Delta V2$ のN倍増幅した信号に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V3$ のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる。

[0148] 次に、時刻 $t4$ において、水平信号線 L_m (図10のノードSIG26b)は信号出力部50のRSパルスにより水平線初期化トランジスタQ52をONすることによって一定電圧に固定される。

[0149] 時刻 $t5$ において、HSELパルスにより信号出力部50の列選択トランジスタQ51をONすることによって、クランプ容量C41に充電された $\Delta V3$ のN倍増幅された信号は、水平信号線寄生容量C51との容量分配により、 $\Delta V3$ のN倍増幅された信号に $C42 / (C42 + C51)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 $\Delta V4$ のN倍に増幅した電圧まで信号量を増加させることができる仕組みになっている。

[0150] 以上のように、コラムアンプを画素部とノイズキャンセル部との間に内蔵することにより、ノイズキャンセル部以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分を増幅することなく、S/N比の向上が図られる。また、コラムアンプでN倍信号増幅することによって、ノイズキャンセル部の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小化することも可能になり、チップ面積の縮小が可能になる。

[0151] (実施の形態7)

図17は、本発明の実施の形態7に係るNMOS型固体撮像装置の回路概念図を示す図である。

[0152] 本発明の実施の形態7に係る固体撮像装置240は、信号出力部50aの入力部にインピーダンス変換回路51を追加しているところが実施の形態4〜3の固体撮像装置2

10, 2, 3と異なる。

- [0153] 本実施の形態7の固体撮像装置240によれば、ノイズキャンセル部40からの信号を、一旦インピーダンス変換するインピーダンス変換回路51を介してから水平信号線Lmに転送しているため、水平信号線寄生容量C51による容量分配が発生せず、上記の固体撮像装置210, 2, 3よりもさらに高感度化と低ノイズ化を実現でき、チップ面積の縮小も容易に実現できる。

- [0154] (実施の形態8)

図18は、本発明の実施の形態8に係る固体撮像装置の具体的な回路を示す図である。

この図18に示される固体撮像装置250は、インピーダンス変換回路51としてソースフォロア51aを使った例である。

- [0155] ソースフォロア51aは、3つのNMOS型のトランジスタQ51, Q52, Q53により構成される。

- [0156] 図19は、NMOS型の固体撮像装置250の駆動タイミングを示す図である。

時刻t1において、RESETパルスによりリセットトランジスタQ12をONにしてフローティングディフュージョンFDに電源電圧VDDを与える。このとき、VSELパルスにより行選択トランジスタQ14をONにして、フローティングディフュージョンFDをゲートとするソースフォロアSFからの信号(図18のノードSIG21)を後段の画素信号増幅部60aの容量CAに入力する。このとき、AMPCLパルスにより画素信号増幅部60aのアンプリセットトランジスタQ73をONにしておき、後段の負荷トランジスタQ21のゲートに昇圧電圧を印加し、入出力特性を改善している反転増幅コラムアンプ71のドライブトランジスタQ72の閾値電圧とで、容量CAを充電する。このとき、AMPCLパルスによりアンプリセットトランジスタQ73をONにすることでドライブトランジスタQ72のドレインとゲートとを同一電圧とし、ドライブトランジスタQ72の閾値電圧と画素信号増幅部60aに入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定する。これにより、列毎のドライブトランジスタQ72の閾値ばらつきもキャンセルできる。なお、AMPCLパルスは、垂直ブランキング期間内でのみパルスを与えることで、回路のスウィッチングノイズを大幅に削減させることもできる。

- [0157] 次に、NCSHパルスによりサンプルホールドトランジスタQ31をONにして画素信号増幅部60aの出力信号をノイズキャンセル部40のサンプルホールド容量C42の一端(図18のノードSIG24b)に与える。このとき、同時にNCCLパルスによりクランプトランジスタQ42をONにして、サンプルホールド容量C42の他端(図18のノードSIG25b)に一定のクランプ電圧NCDCを与えることで、サンプルホールド容量C42が充電される。
- [0158] 時刻 t_2 で、RESETパルスとNCCLパルスをローレベルとすることによりリセットトランジスタQ12とクランプトランジスタQ42とをOFFにして、TRANパルスにより転送トランジスタQ11をONにして光を電気信号に変換するPDに蓄積された電荷をフローティングディフュージョンFDに転送する。フローティングディフュージョンFDの電位が V_{DD} レベルから ΔV_1 だけ変化することでソースフォロアSFからの信号も ΔV_2 だけ変化し、個々のソースフォロアSFが持つ閾値ばらつきをキャンセルされた信号(図18のノードSIG21)が後段に接続する画素信号増幅部60aに入力される。このとき、AMPCLパルスをローレベルにすることにより画素信号増幅部60aのアンプリセットトランジスタQ73はOFFにされている。ここで画素信号増幅部60aのN倍増幅反転増幅コラムアンプ71により、 ΔV_2 はN倍の信号に増幅されて、ノイズキャンセル部40のサンプルホールド容量C42の一端(図18のノードSIG24b)に与えられる。これによりサンプルホールド容量C42の他端の信号(図18のノードSIG25b)も ΔV_2 のN倍増幅したのと同程度の信号分変化することになる。このとき、同じノードに接続しているクランプ容量C41との容量分配が発生したときの信号変化分は、 ΔV_2 のN倍増幅した信号に $C41 / (C41 + C42)$ を乗算した信号量となり、従来回路での信号変化分 ΔV_3 のN倍増幅した電圧まで信号量を増加させることができる。
- [0159] 次に時刻 t_4 において、RSパルスにより信号出力部50bの水平線初期化トランジスタQ52をONすることによって、水平信号線 L_m (図18のノードSIG26b)は一定電圧に固定される。
- [0160] 時刻 t_5 において、HSELパルスにより信号出力部50bの列選択トランジスタQ51をONすることによって、クランプ容量C41に充電された ΔV_3 のN倍増幅された信号は、ソースフォロア51aを通過することで、0.8〜0.9倍に低下した信号として水平信号

線Lm(図18のノードSIG26b)上に現れる。

- [0161] しかし、ソースフォロア51aが追加されていることにより水平信号線寄生容量C51との容量分配の影響がなくなるため、 $\Delta V3$ のN倍増幅された信号に $C42/(C42+C51)$ を乗算した信号量となっていた従来回路での信号変化分 $\Delta V4$ よりも出力信号量を増加させることができる仕組みになっている。
- [0162] 以上のように、水平信号線Lmでの容量分配を防ぐ回路を提供することにより、最終出力信号での高感度化と低ノイズ化が可能になる。
- [0163] (実施の形態9)
- 図20は、本発明の実施の形態9に係る固体撮像装置の回路概念図である。
- [0164] 固体撮像装置260は、画素信号増幅部60cが、画素部10の出力電圧のレベルに応じて、増幅度を異ならせることができる構成となっている。
- [0165] この構成例では、画素信号増幅部60cは、昇圧回路80の他、増幅度が異なるコラムアンプ70a、70bとスイッチトランジスタQ78、Q79と、反転回路INVと、コンパレータCOMPとを備え、画素部10の出力電圧のレベルに応じて、コラムアンプ70a、70bの内のいずれか1つを選択する方式をとっている。なお、コラムアンプ70a、70bには昇圧電圧が印加され、入出力特性を改善している。
- [0166] 画素部10におけるノードSIG61の電位とVREFとをコンパレータCOMPにて比較し、もし、ノードSIG61の電位の方がVREFよりも高い場合には、ノードSIG61の電圧がコラムアンプ70aの入力端子に入り、一方のコラムアンプ70bの入力端子には入らないようにコンパレータCOMPの出力電位により制御される。従って、コラムアンプ70a、70bの出力端子であるノードSIG62bの電位は、増幅度の低い方のコラムアンプ70aの出力電位で決定されることになる。
- [0167] 逆に、もしノードSIG61の電位の方がVREFよりも低い場合には、ノードSIG61の電圧がコラムアンプ70bの入力端子に入り、一方のコラムアンプ70aの入力端子には入らないようにコンパレータCOMPの出力電位により制御される。従って、コラムアンプ70a、70bの出力端子であるノードSIG62bの電位は、増幅度の高い方のコラムアンプ70bの出力電位で決定されることになる。
- [0168] 以上のように、画素部の信号レベルが小さいときに大きく増幅し、レベルが大きいと

きには小さく増幅して、出力信号をより望ましいものにすることができる。

[0169] なお、画素信号増幅部60cの構成は、本実施の形態9で説明を行った構成に限られるものではなく、3つ以上のコラムアンプで構成されていてもよく、また、画素部10の出力電圧のレベルに応じて連続的に増幅度が変化するような構成であってももちろんよい。

[0170] (実施の形態10)

画素部10のQ13とQ21で形成される増幅手段の周波数帯域よりも、画素信号増幅部60の列増幅手段(コラムアンプ70)の周波数帯域が低周波数側になるように設計してもよい。

[0171] これにより、画素部10で発生した雑音成分を画素信号増幅部60で帯域制限をかける形になり、雑音成分を減少させ、良好な画質を得ることができる。

[0172] また、画素部10のQ13とQ21で形成される増幅手段の周波数帯域よりも、ノイズキャンセル部40の周波数帯域が低周波数側になるように設計してもよい。

[0173] これにより、画素部10で発生した雑音成分をノイズキャンセル部40で帯域制限をかける形になり、雑音成分を減少させ、良好な画質を得ることができる。

[0174] 図21は、上述の実施の形態1〜10の固体撮像装置を用いたカメラの構成を示す図である。

[0175] 図21に示されるようにカメラ400は、被写体の光学像を撮像素子に結像させるレンズ401と、レンズ401を通過した光学像の光学処理を行うミラーや、シャッタなどの光学系402と、上記の固体撮像装置により実現されるMOS型撮像素子403と、信号処理部410と、タイミング制御部411等とを備える。タイミング制御部411は、MOS型撮像素子403から出力されるフィールドスルーの信号と出力信号との差分をとるCDS回路404と、CDS回路404から出力されるOBレベルの信号を検出するOBクランプ回路405と、OBレベルと有効画素の信号レベルとの差分をとり、その差分のゲインを調整するGCA406と、GCA406から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換するADC407等とから構成される。タイミング制御部411は、ADC407から出力されたデジタル信号に信号処理を施すと共に、駆動タイミングの制御を行うDSP408と、DSP408の指示に従って、MOS型撮像素子403に対して種々の駆動パルスを種

々のタイミングで発生させるTG409等とから構成される。

- [0176] このように構成されたカメラ400によれば、上記の固体撮像装置により実現されるMOS型撮像素子403によって、雑音信号除去手段以降で発生する熱雑音や $1/f$ 雑音等のノイズ成分の増幅を避け、 S/N 比の向上が図られ、列増幅手段で画素信号を N 倍に増幅することによって、雑音信号除去手段の容量を $1/N$ 倍程度まで縮小化したと同等に効果を得ることも可能になり、固体撮像装置のチップ面積の増大を抑制することが可能になり、しかも感度特性の直線性を高めることが可能なカメラを実現することができる。

産業上の利用可能性

- [0177] 本発明に係る固体撮像装置は、低消費電力で高感度化と低ノイズ化とチップ面積の縮小とを達成することができ、大光量が入射する場合でも飽和が生じにくい直線性のよい光応答を得ることができ、例えば、屋内、屋外と光量が大きく変化する撮像条件下に最適なデジタルカメラの他、カメラ付き携帯電話機、ノートパソコンに備えられるカメラ、情報処理機器に接続されるカメラユニット、イメージセンサ等に適している。

請求の範囲

- [1] 2次元画像を取得するための固体撮像装置であって、
入射光を電荷に変換する光電変換手段と、前記電荷を電圧に変換して出力する増幅手段とを含み、2次元配列される複数の画素部と、
列毎に設けられ、当該列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧に含まれる雑音を除去する複数の雑音信号除去手段と、
前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧を増幅し、増幅した電圧を当該列に対応する雑音信号除去手段に出力する複数の列増幅手段と
を備えることを特徴とする固体撮像装置。
- [2] 前記固体撮像装置は、さらに、
前記雑音信号除去手段からの出力電圧に対して、インピーダンスを変換するインピーダンス変換手段と、
前記インピーダンス変換手段からの出力電圧を増幅する出力信号増幅手段と
を備えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。
- [3] 前記インピーダンス変換手段は、ソースフォロア回路であることを特徴とする請求項2記載の固体撮像装置。
- [4] 前記列増幅手段は、
反転増幅器と、
前記反転増幅器の入力端と出力端との間に設けられたスイッチ手段と
を備えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。
- [5] 前記列増幅手段は、
異なる増幅度を有する複数の列増幅回路と、
前記入力電圧のレベルに応じて、前記複数の列増幅回路の一つを選択する選択回路と
を備えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。
- [6] 前記雑音信号除去手段は、容量分配方式を用いる
ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。
- [7] 前記雑音信号除去手段は、コンデンサを有し、

前記コンデンサは、N型MOS容量で構成される
ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

- [8] 前記固体撮像装置が備えるトランジスタは、すべてN型MOSTランジスタで構成される

ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

- [9] 前記固体撮像装置は、さらに

前記各列増幅手段が有する負荷回路に電源電圧と、当該電源電圧より高い昇圧電圧を印加する昇圧電圧印加手段と

を備えることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

- [10] 前記昇圧電圧印加手段は、チャージポンプ方式で電源電圧を昇圧するチャージポンプ回路である

ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。

- [11] 前記チャージポンプ回路は、列を選択する駆動パルスを用いて電源電圧を昇圧する

ことを特徴とする請求項10記載の固体撮像装置。

- [12] 前記昇圧電圧印加手段は、前記各列増幅手段内部に設けられ、前記負荷回路に電源電圧と当該電源電圧より高い昇圧電圧を印加するブートストラップ回路である

ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。

- [13] 前記負荷回路は、負荷用の第1のMOSTランジスタであり、

前記第1のMOSTランジスタのドレインに前記電源電圧を印加し、当該第1のMOSTランジスタのゲートに前記昇圧電圧を印加するようにした

ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。

- [14] 前記各列増幅手段は、さらにドライブ用の第2のMOSTランジスタを備え、

前記第2のMOSTランジスタのドレインに前記第1のMOSTランジスタのソースを接続し、当該第2のMOSTランジスタのゲートに前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧をクランプ用容量を介して印加し、

前記第1および第2のMOSTランジスタの抵抗値の比により定められる増幅度で、前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧を増幅する

ことを特徴とする請求項13記載の固体撮像装置。

- [15] 前記各列増幅手段は、
前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧の入力レベルに応じて増幅度を変える

ことを特徴とする請求項14記載の固体撮像装置。

- [16] 前記各列増幅手段は、
増幅度が異なる複数の列増幅手段と、
前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧の入力レベルに応じて、前記各列増幅手段の一つを選択する選択手段とを備える

ことを特徴とする請求項14記載の固体撮像装置。

- [17] 前記列増幅手段は、
前記列に属する画素部の増幅手段からの出力電圧の入力レベルが低くなるにつれて、前記増幅度を大きくする

ことを特徴とする請求項14記載の固体撮像装置。

- [18] 前記各列増幅手段は、さらに前記第2のMOSTランジスタのドレインとゲートとを同一電圧とするための第3のMOSTランジスタを備え、
前記第2のMOSTランジスタの閾値電圧と前記画素部の増幅手段からクランプ用容量を介して前記列増幅手段に入力される黒レベル信号とにより初期状態を設定する

ことを特徴とする請求項14記載の固体撮像装置。

- [19] 前記各列増幅手段は、
必要動作期間以外に、前記第2のMOSTランジスタの駆動電流を遮断させる遮断手段を備える

ことを特徴とする請求項14記載の固体撮像装置。

- [20] 前記固体撮像装置は、さらに前記雑音信号除去手段からの出力電圧に対して、インピーダンスを変換するインピーダンス変換手段を備える

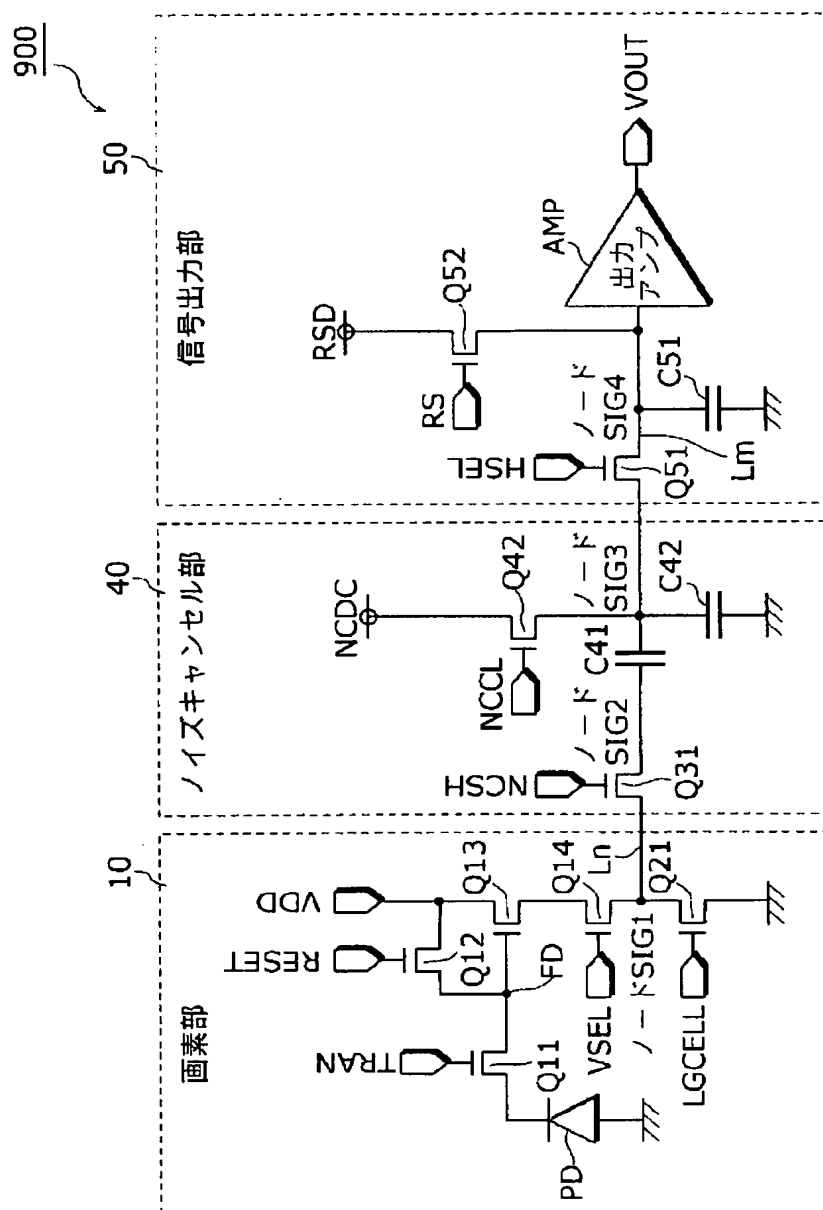
ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。

- [21] 前記インピーダンス変換手段は、

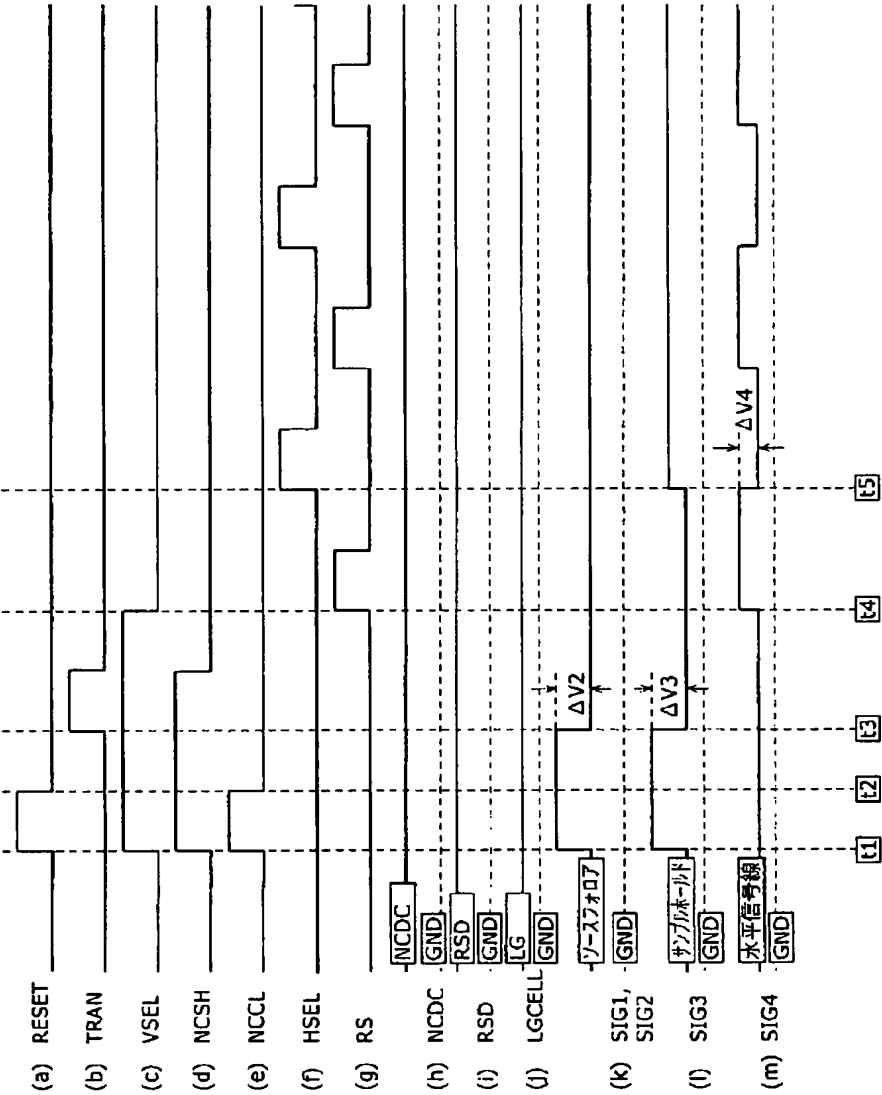
NMOSトランジスタを用いて構成されるソースフォロア回路であることを特徴とする請求項20記載の固体撮像装置。

- [22] 前記雑音信号除去手段は、コンデンサを有し、
前記コンデンサは、N型MOS容量で構成される
ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。
- [23] 前記固体撮像装置が備えるトランジスタは、すべてNMOSトランジスタにより構成される
ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。
- [24] 前記列増幅手段は、前記画素部の増幅手段の周波数帯域よりも低周波数側になるように構成され、雑音周波数に帯域制限をかける
ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。
- [25] 前記雑音除去手段は、前記画素部の増幅手段の周波数帯域よりも低周波数側になるように構成され、雑音周波数に帯域制限をかける
ことを特徴とする請求項9記載の固体撮像装置。
- [26] 請求項1記載の固体撮像装置を備えることを特徴とするカメラ。

[図1]

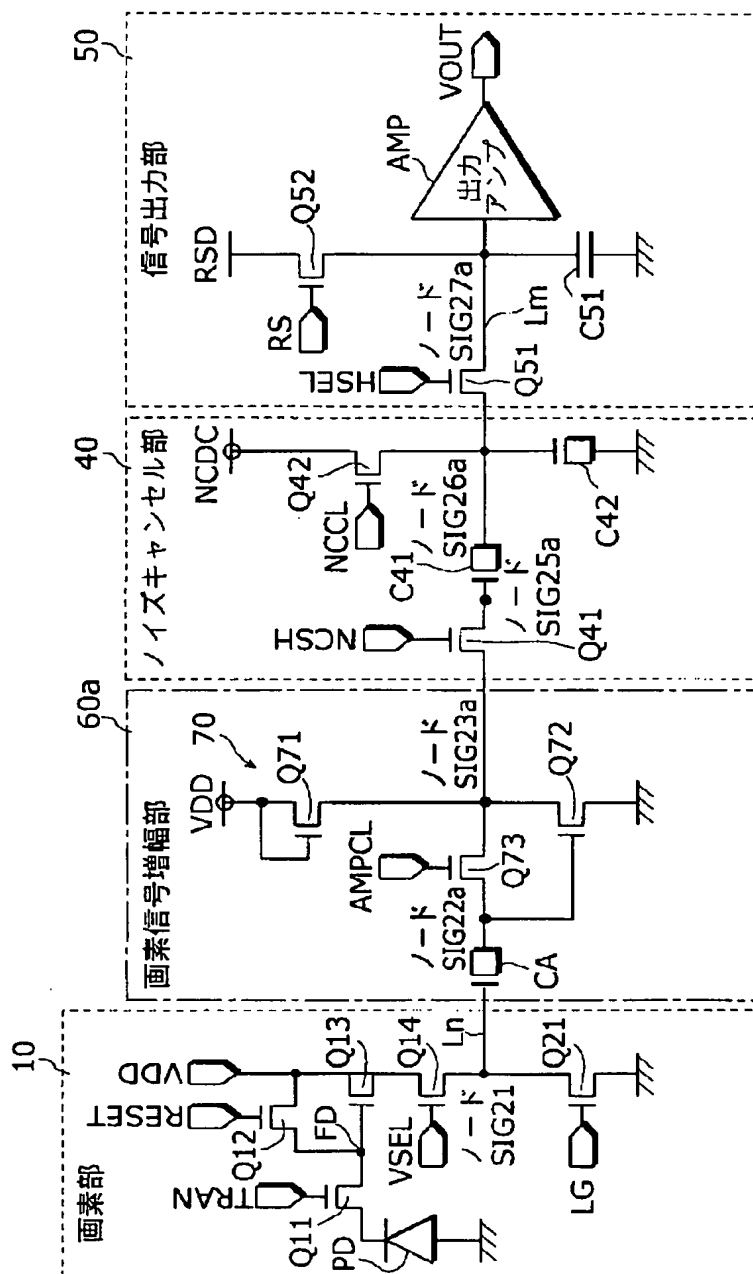


[図2]

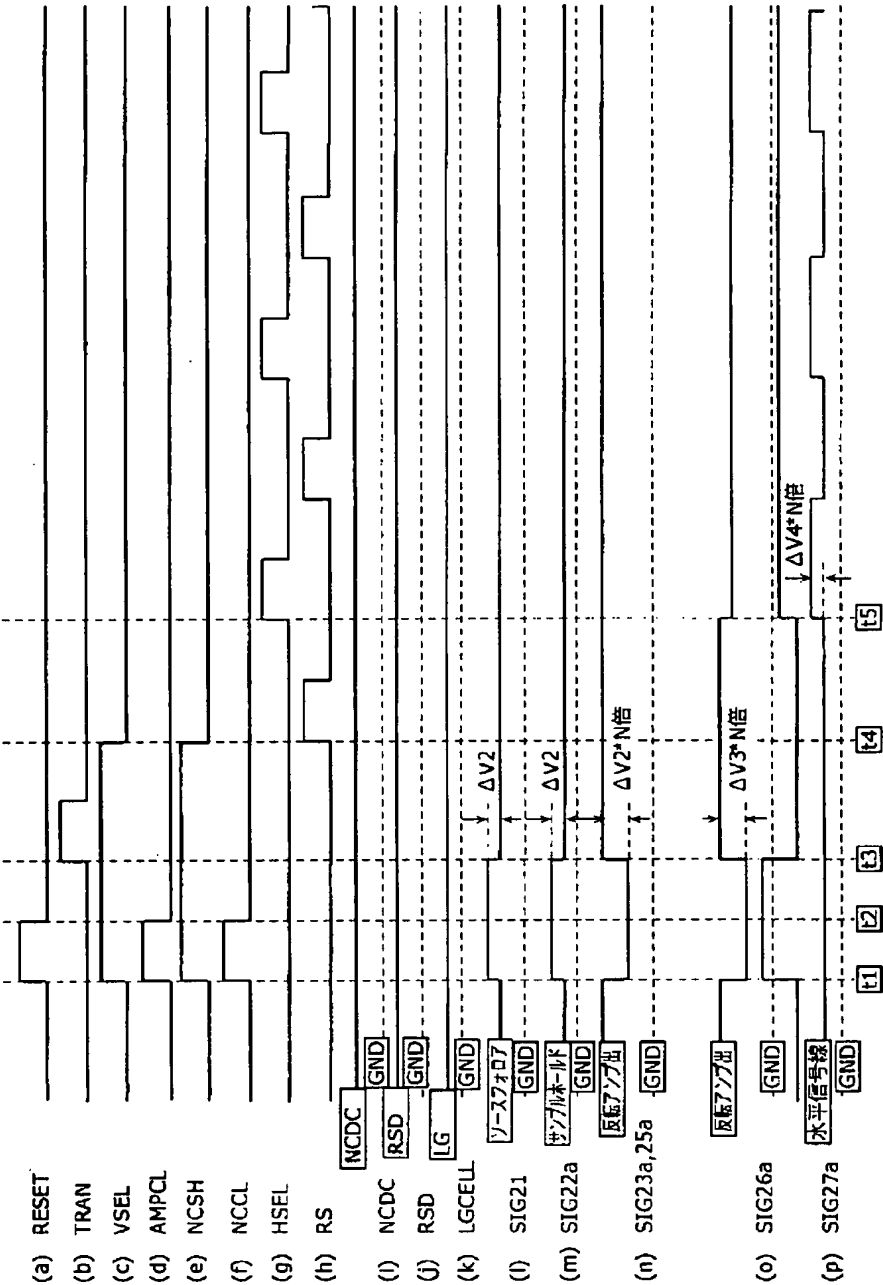


[図4]

120

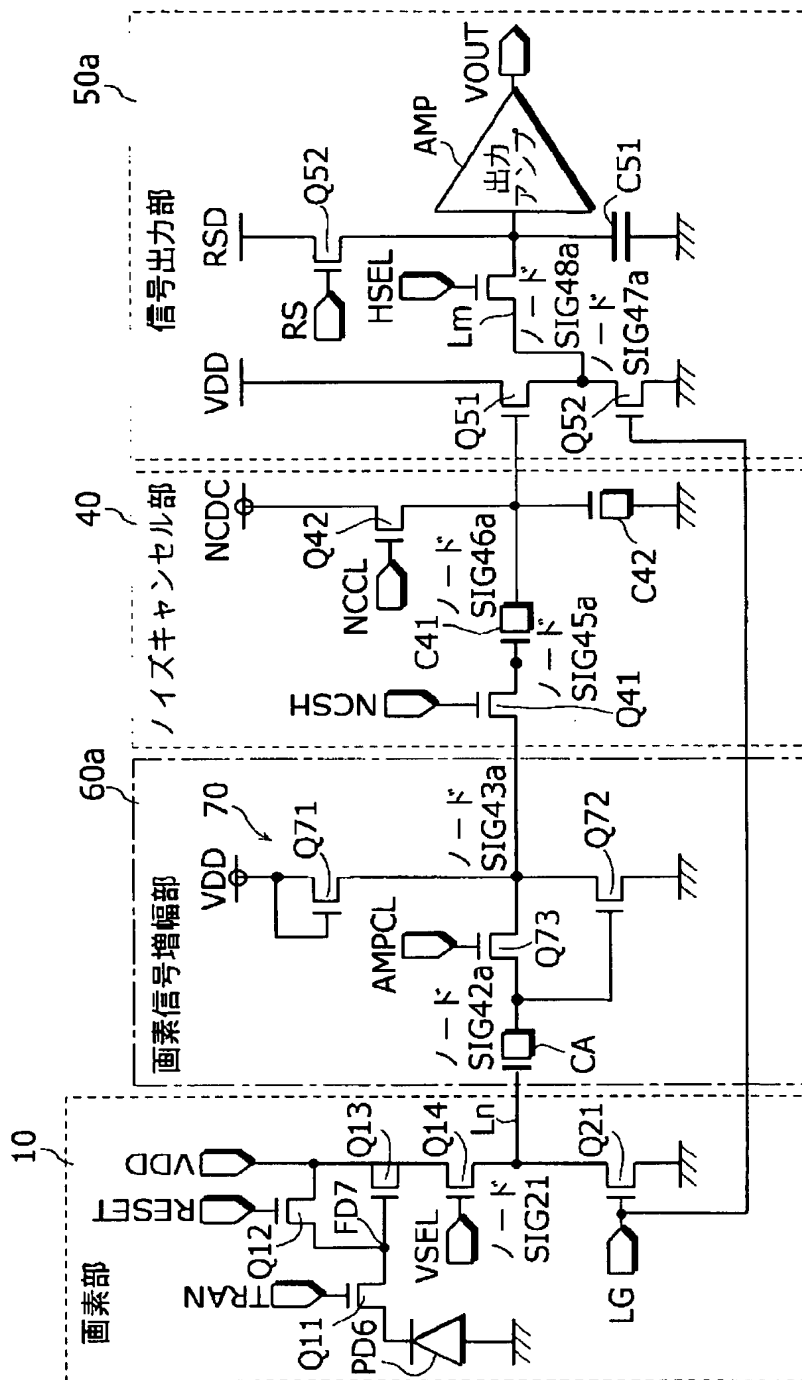


[図5]

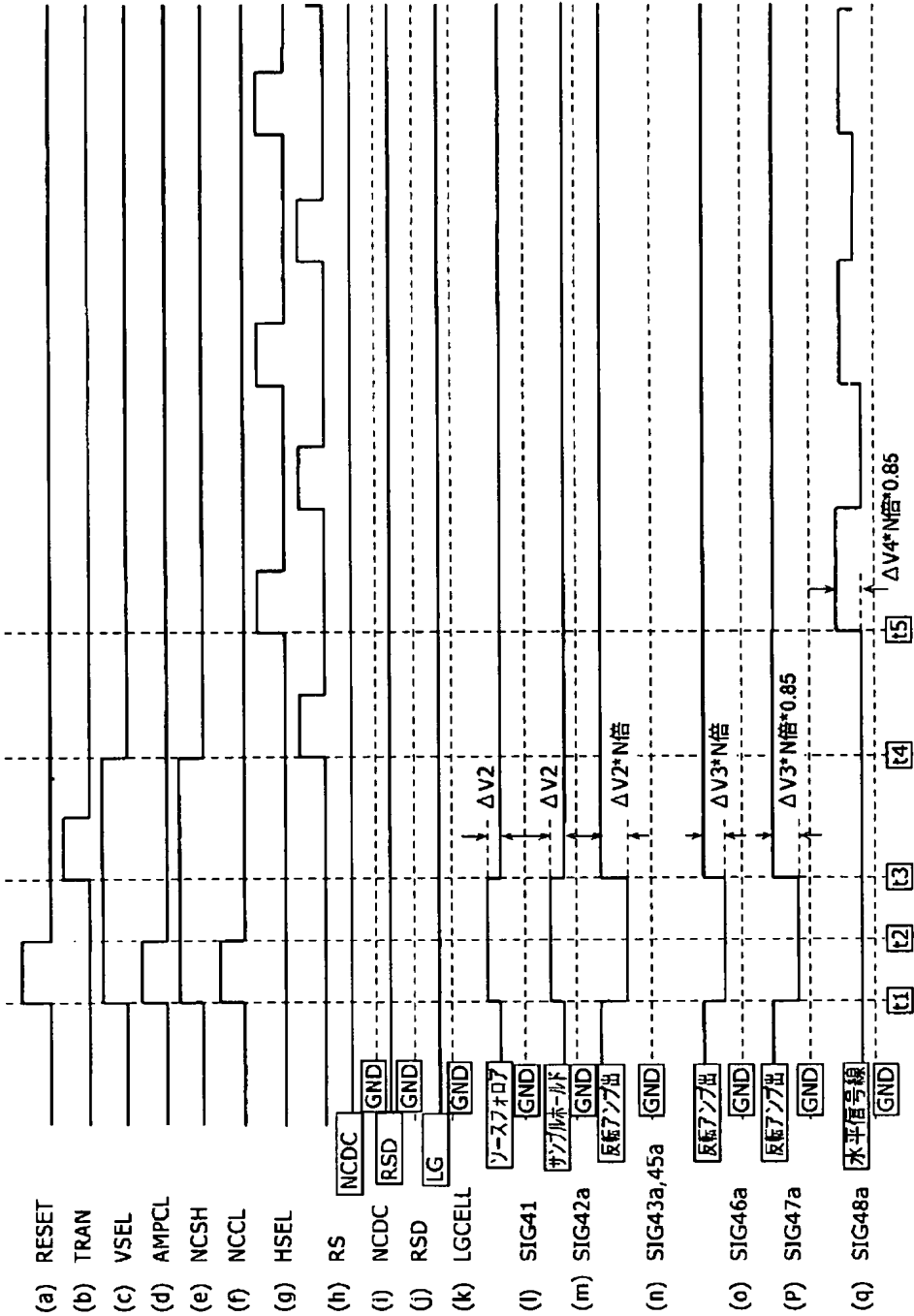


[図6]

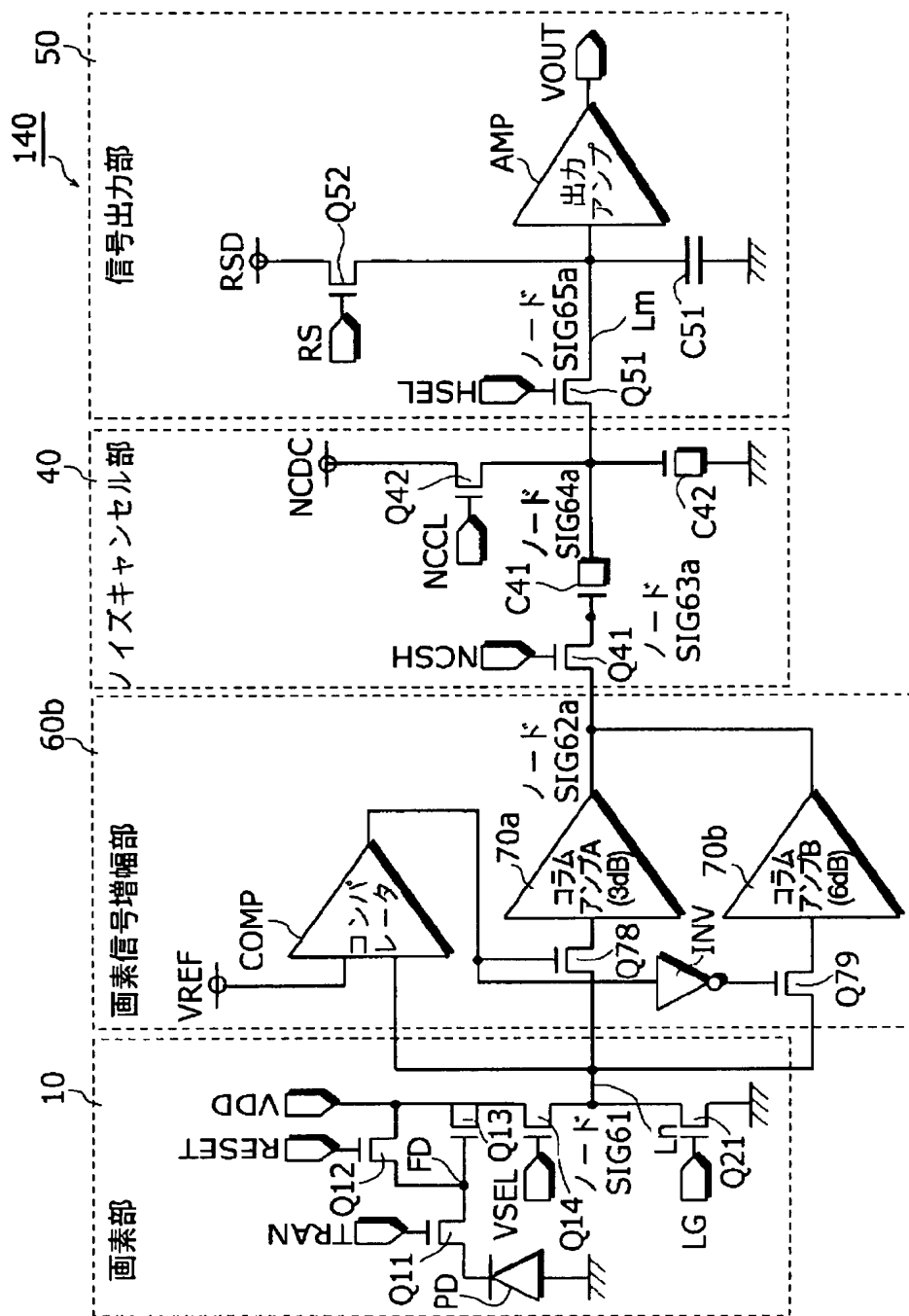
130



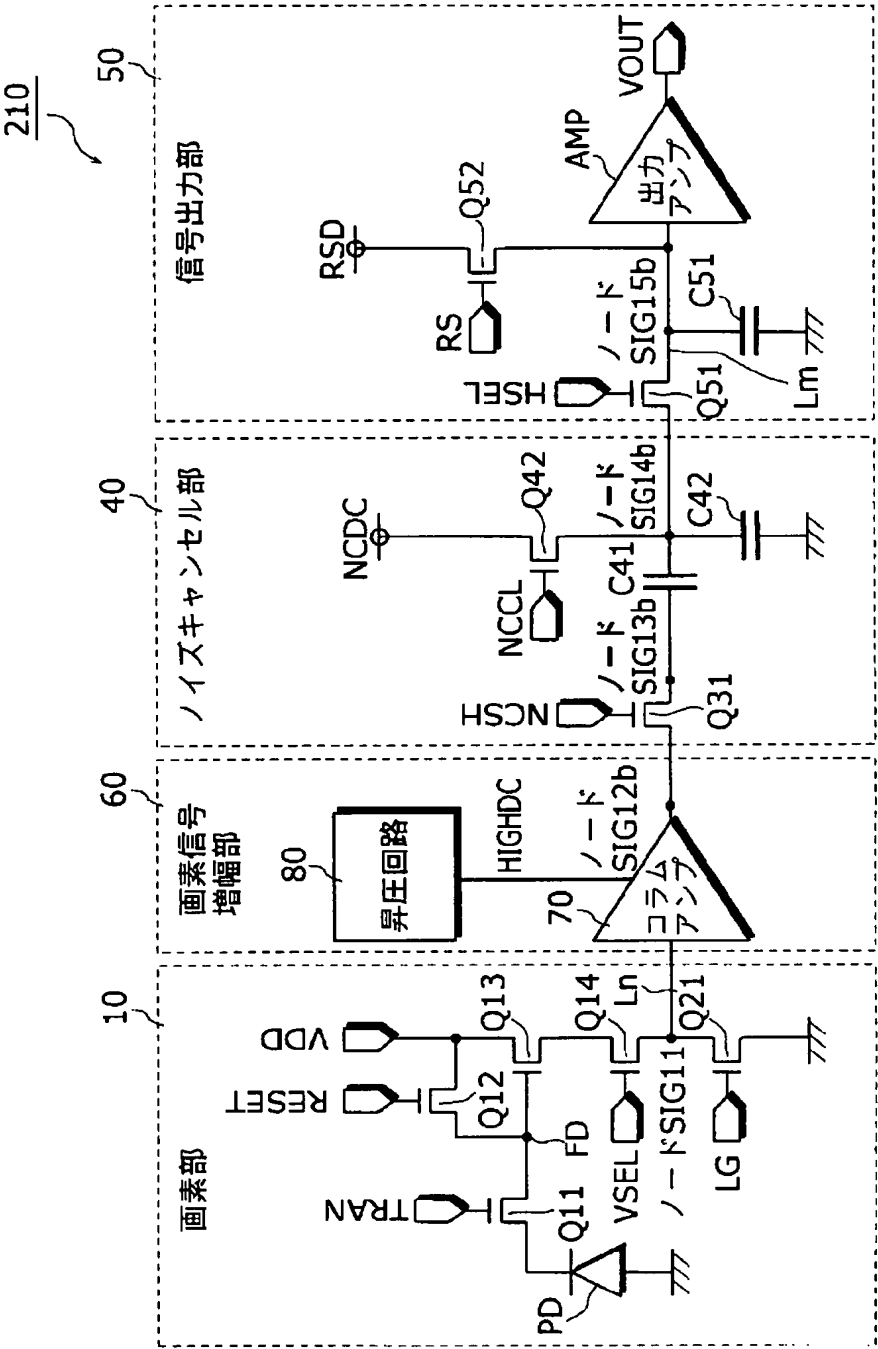
[図7]



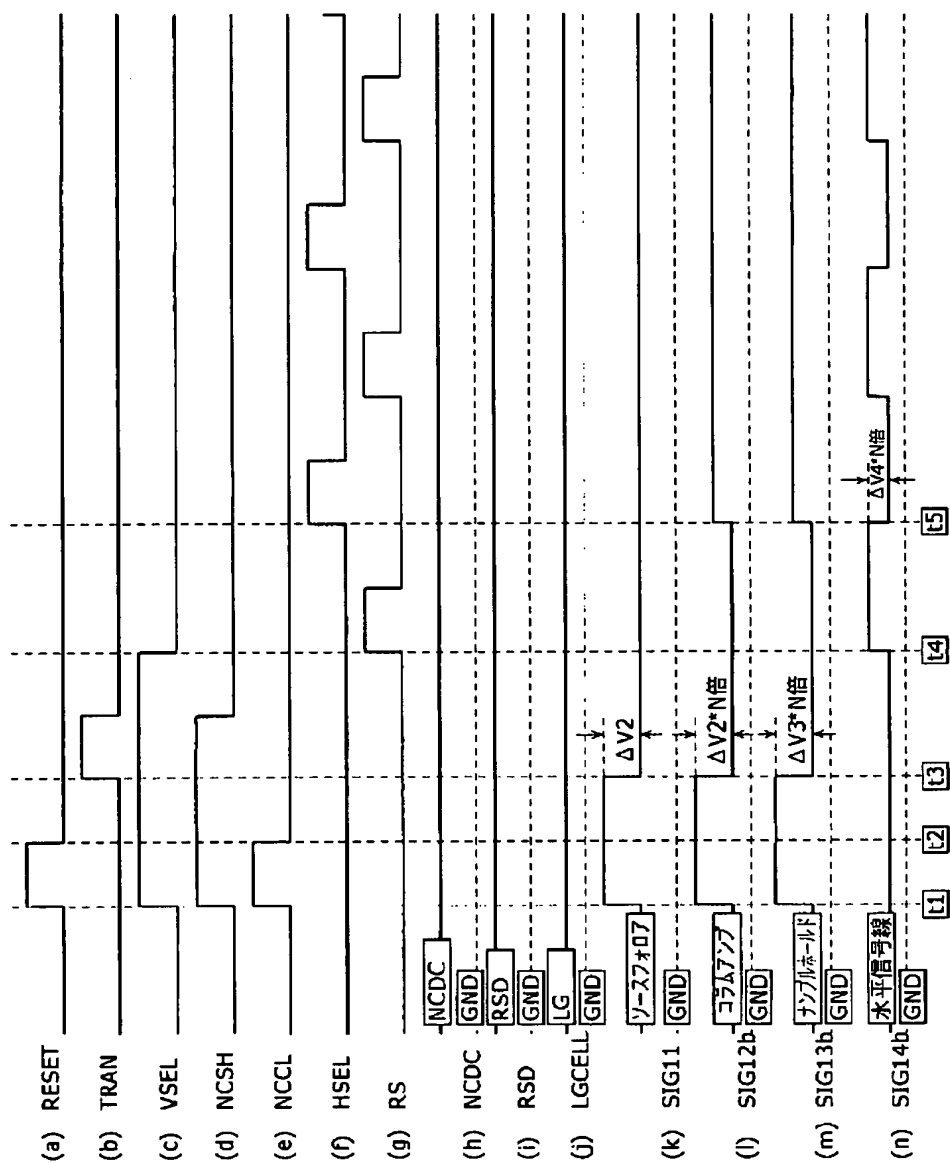
[図8]



[図9]

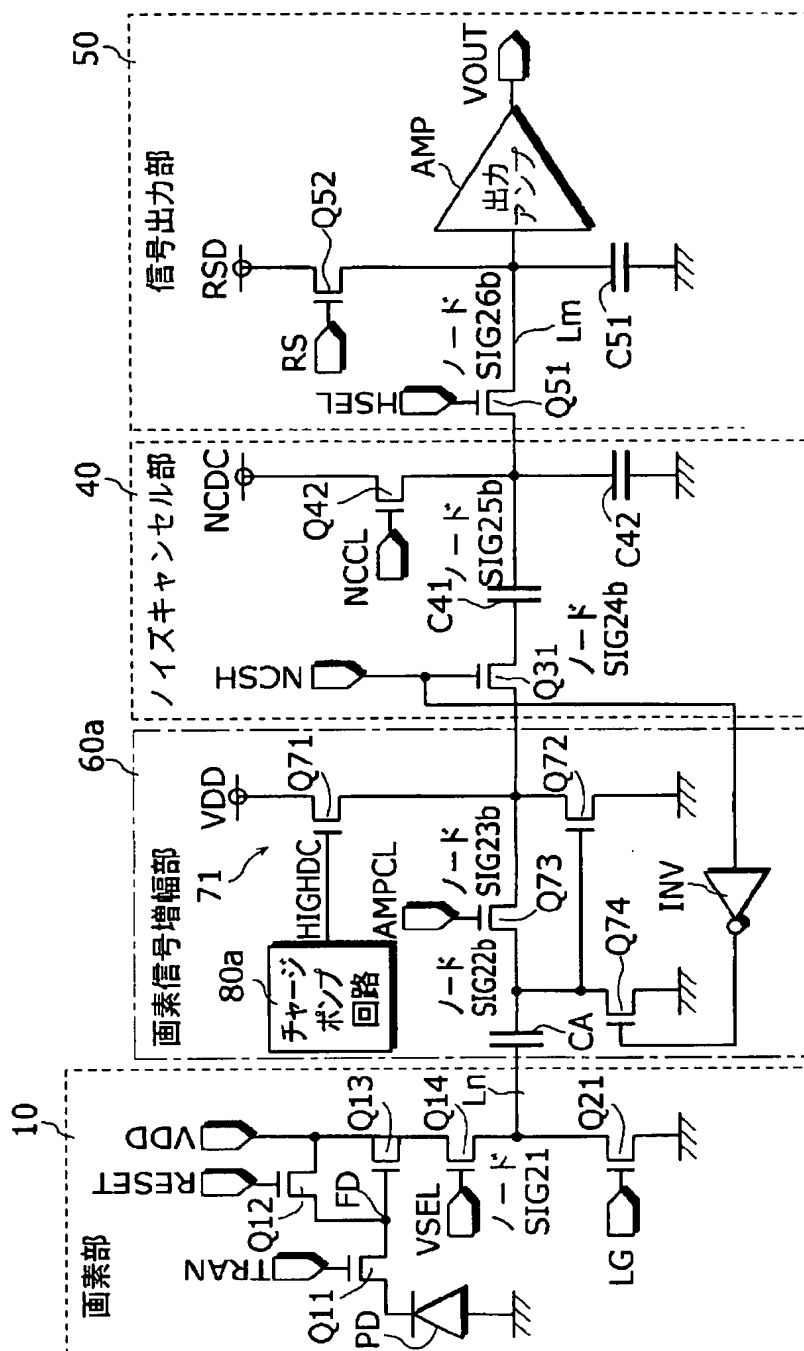


[図10]

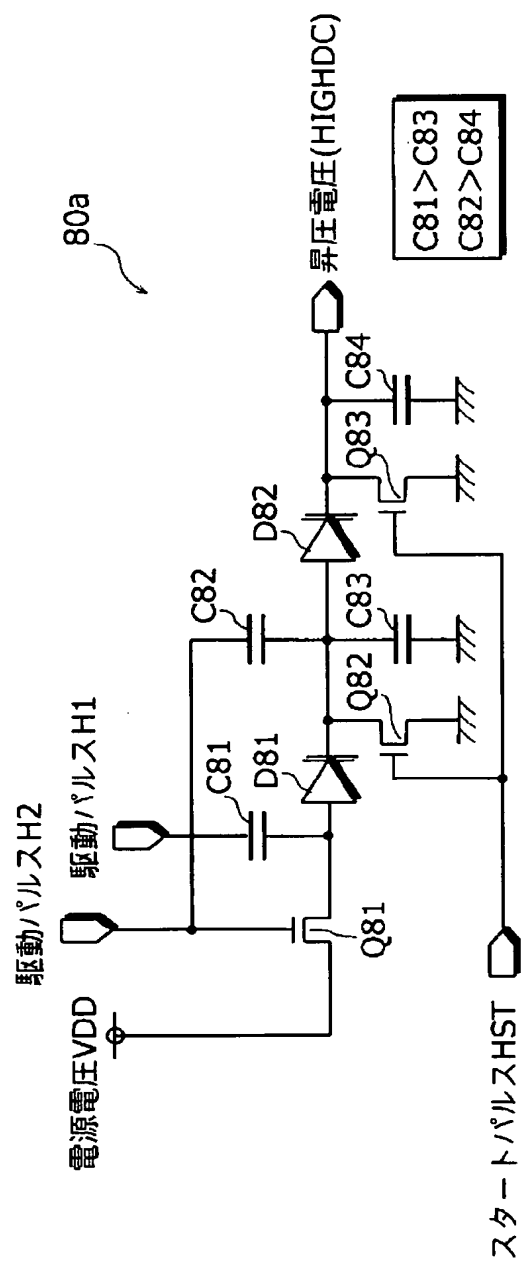


[図11]

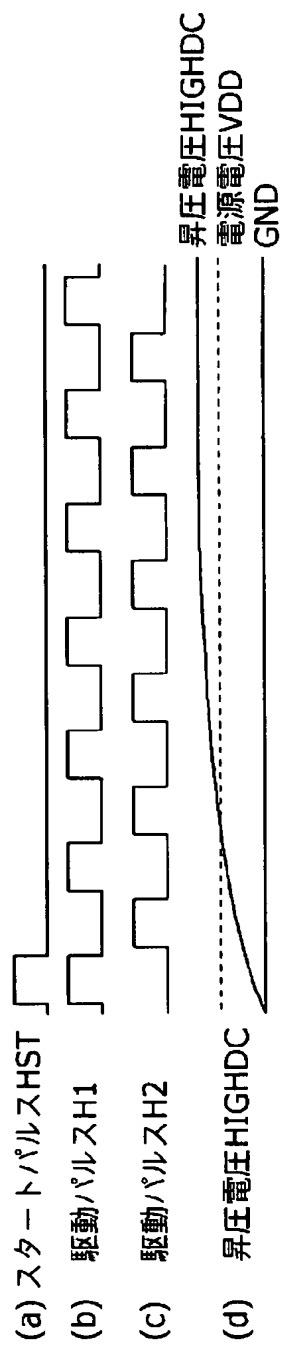
220



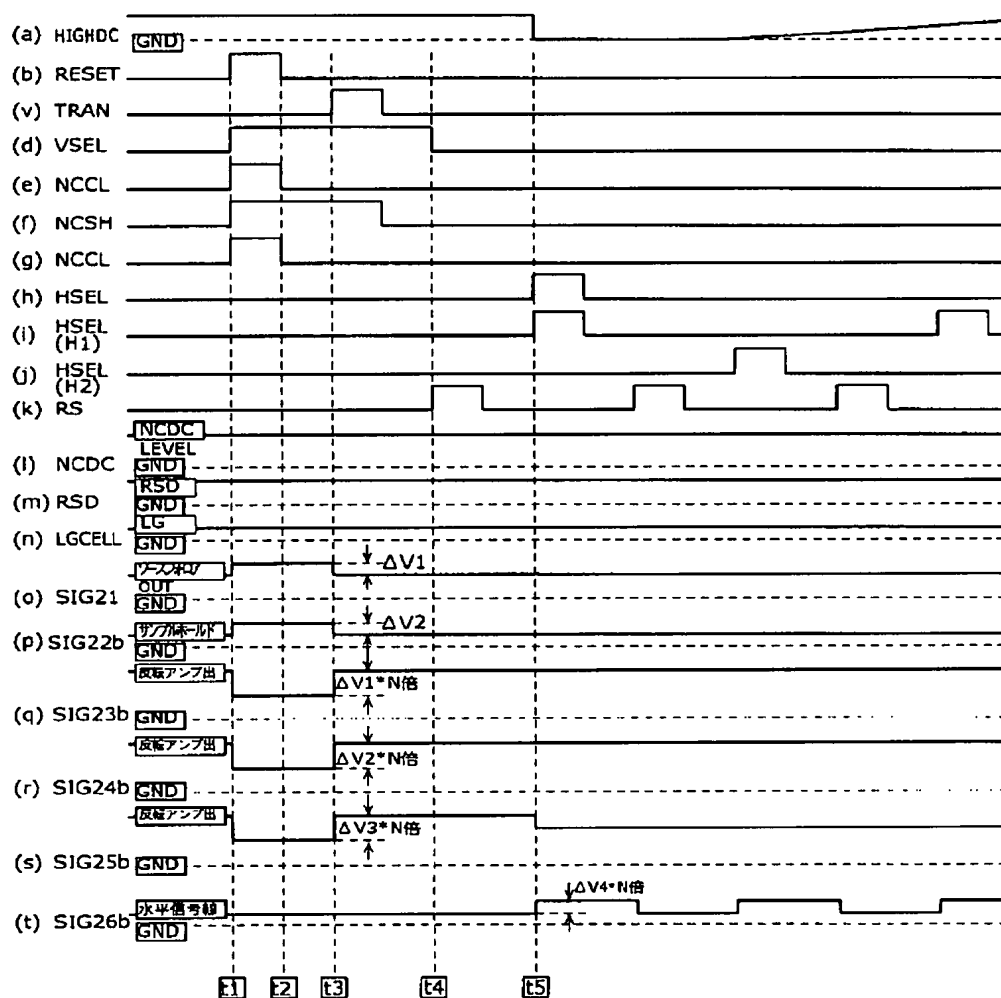
[図12]



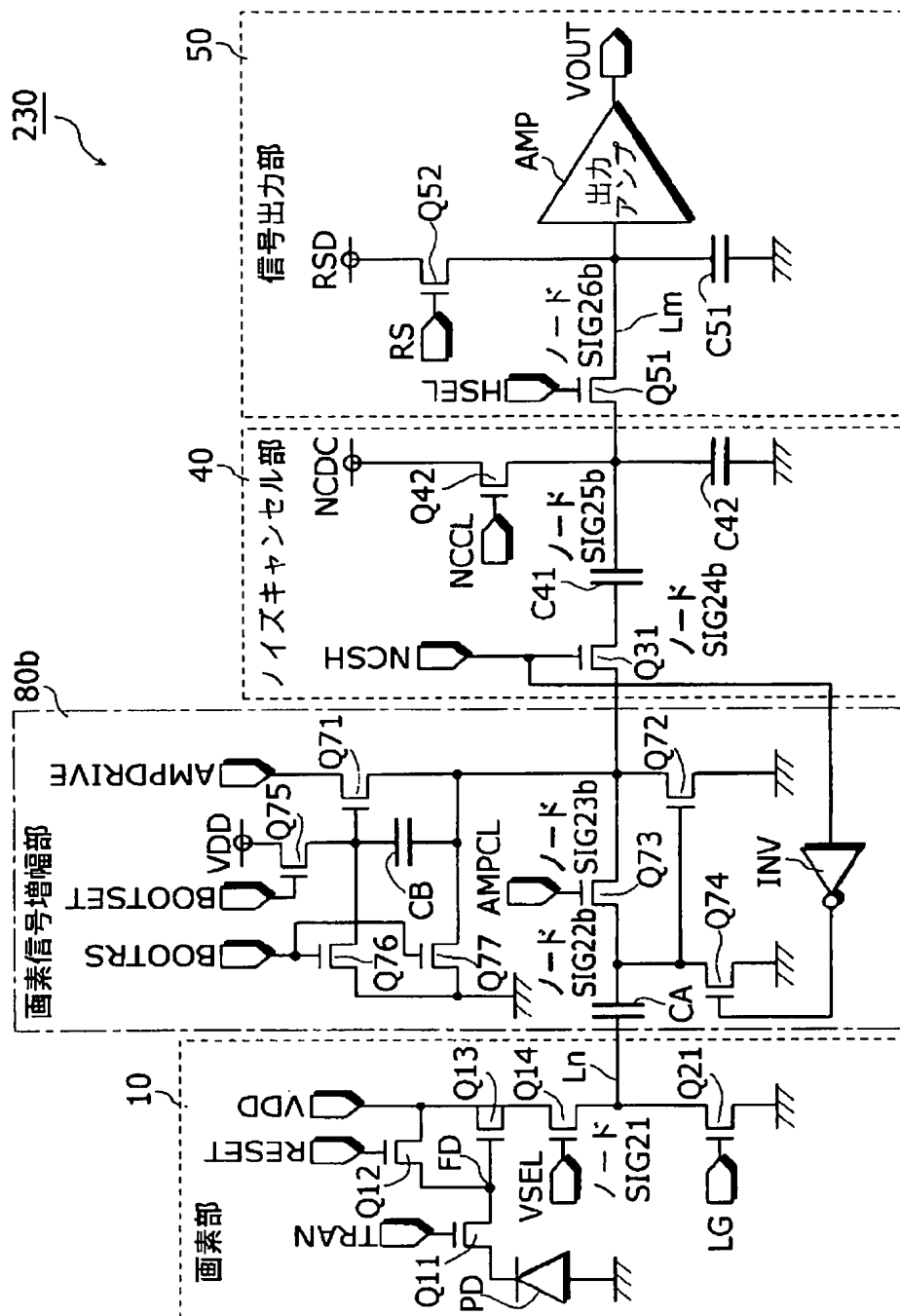
[図13]



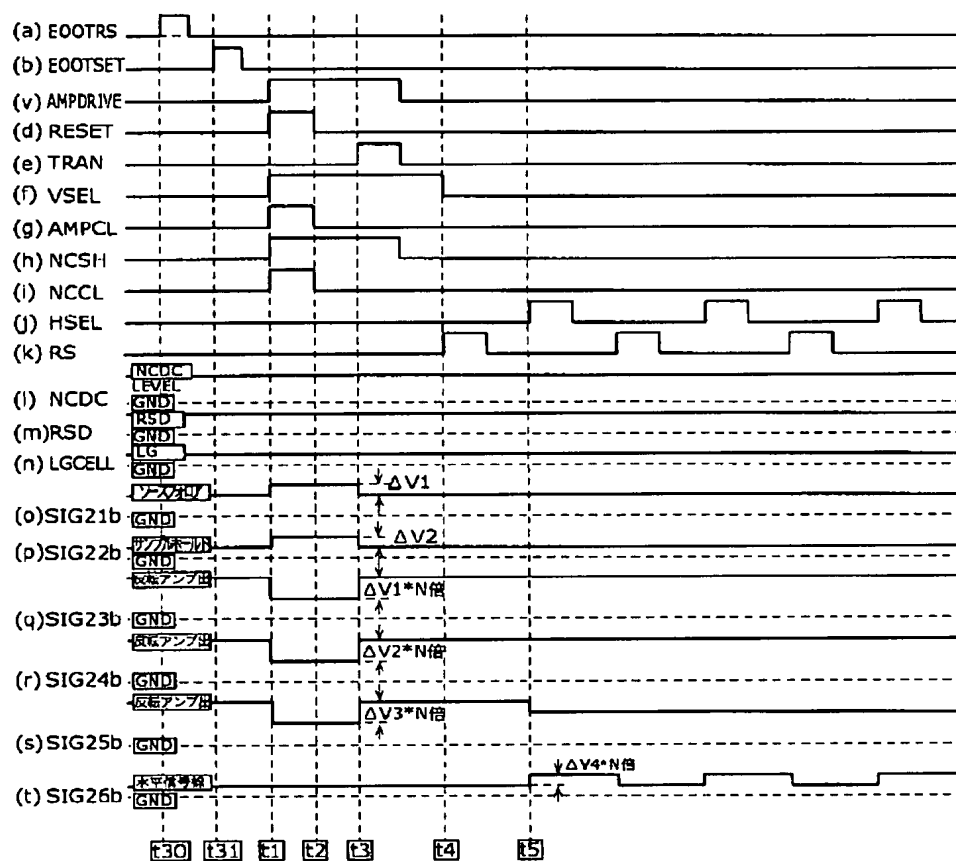
[図14]



[図15]

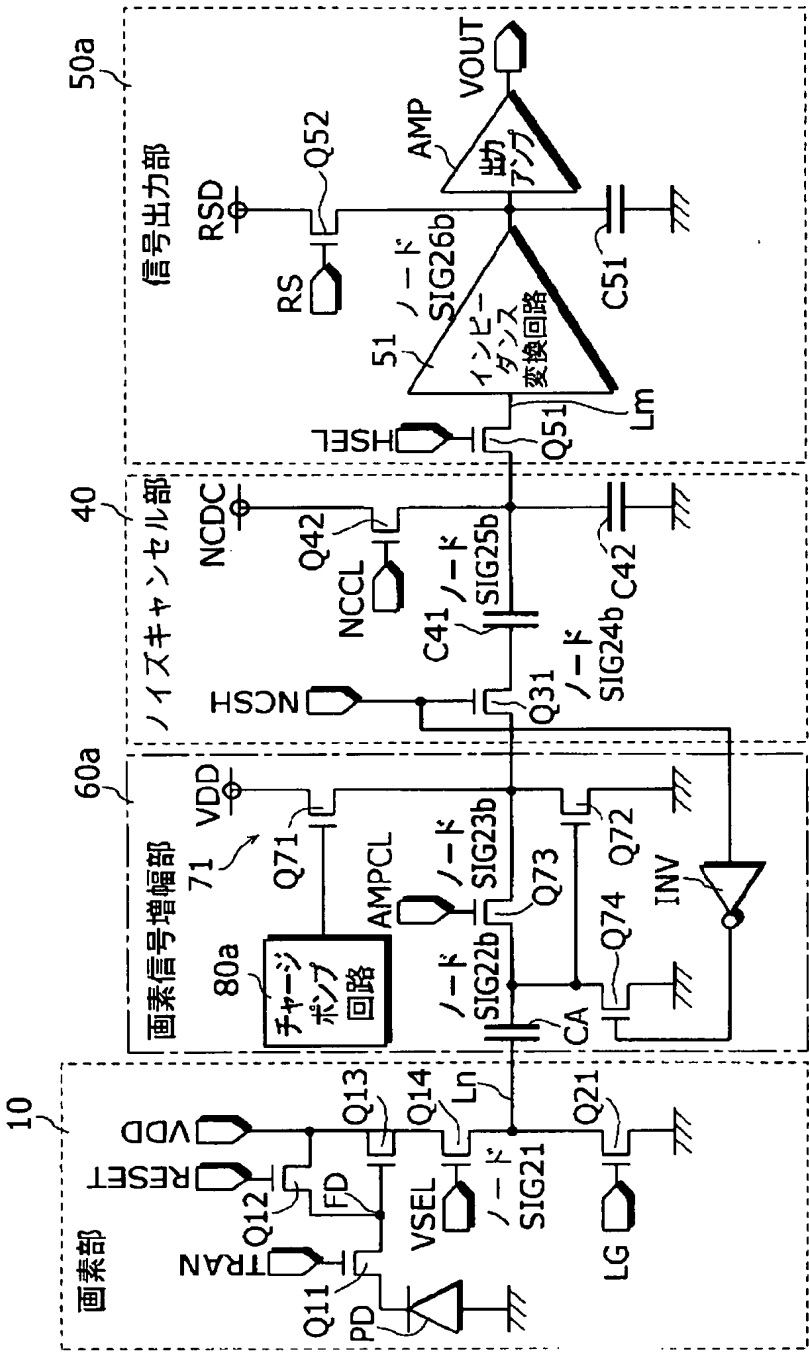


[図16]



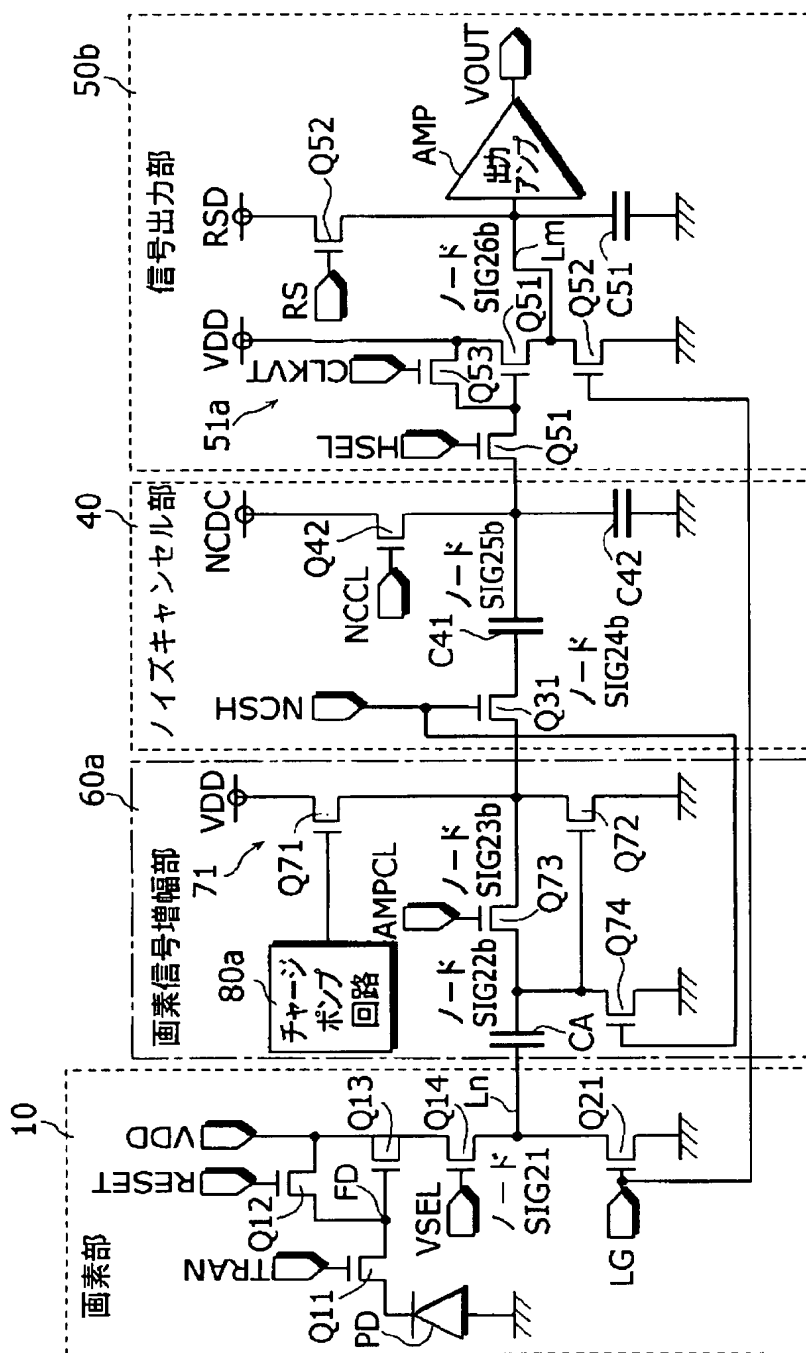
[図17]

240

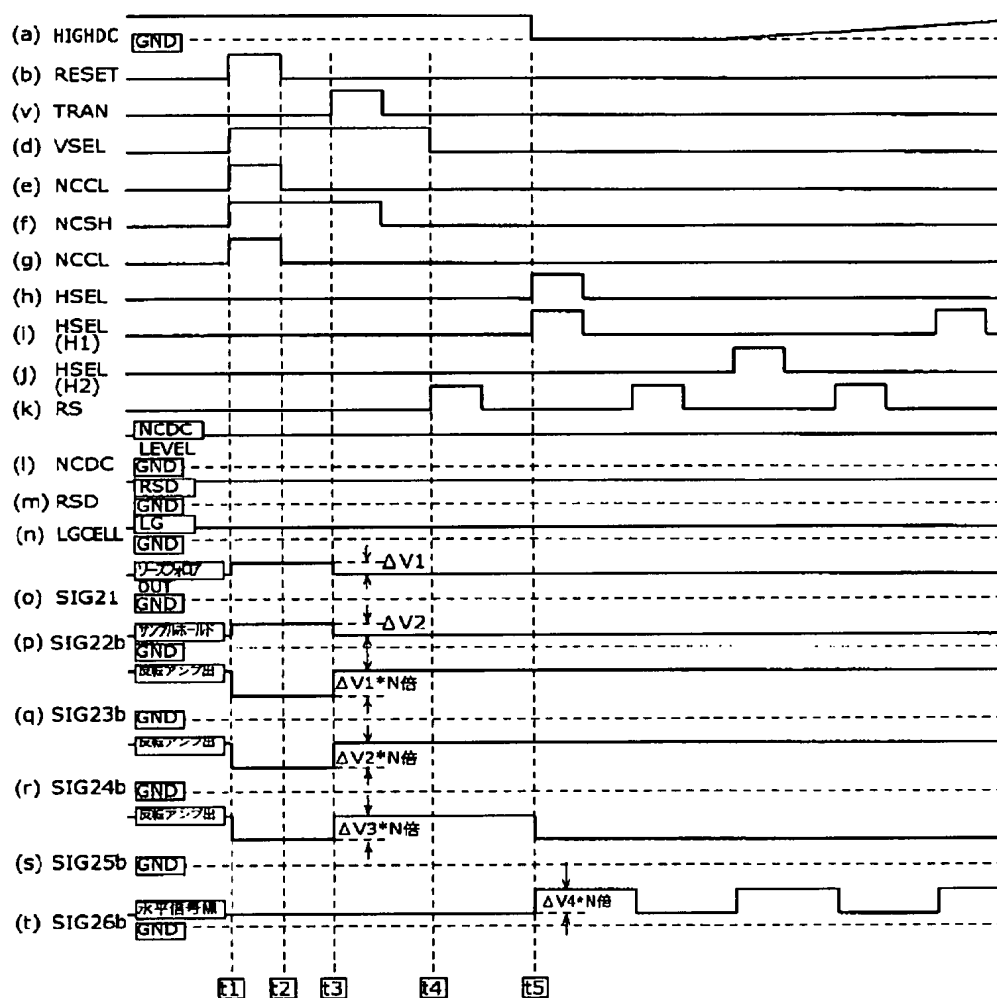


[図18]

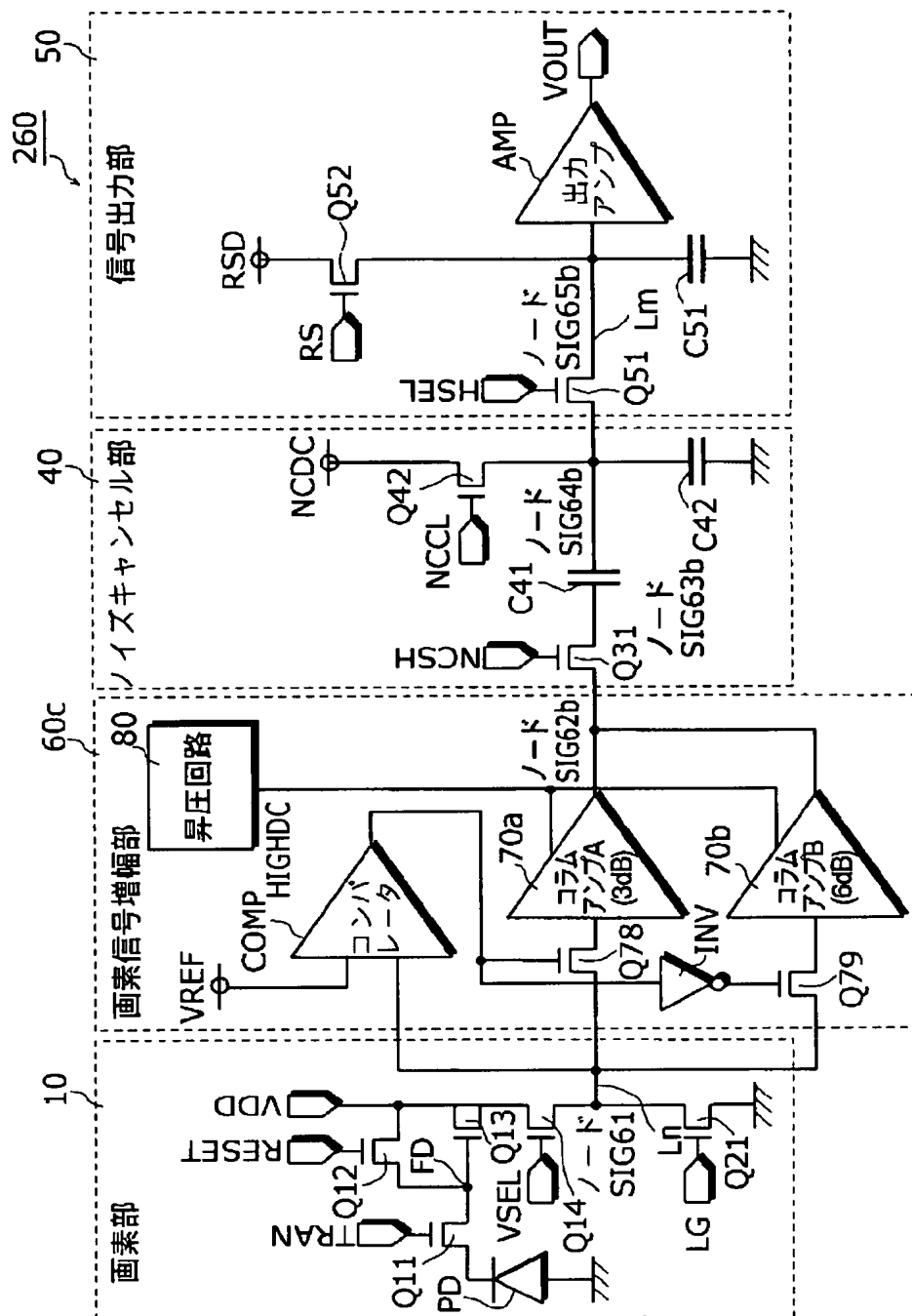
250



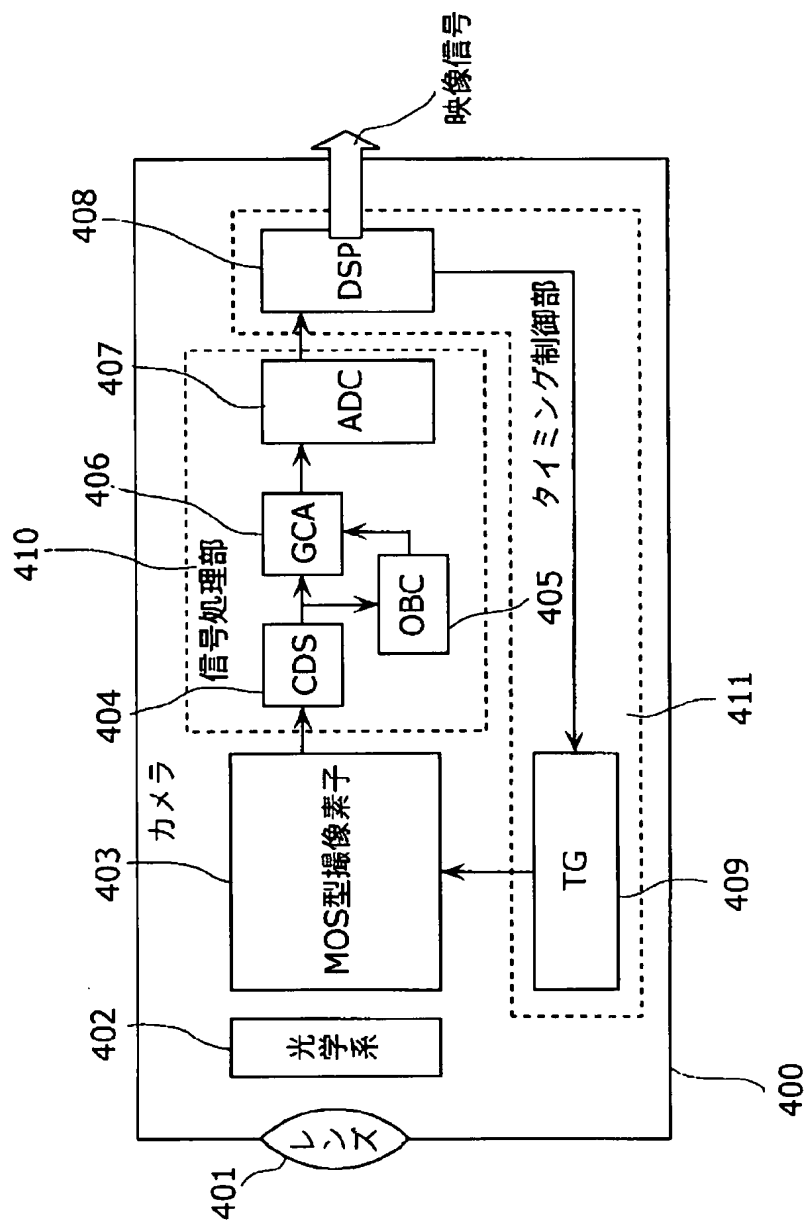
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04N5/335, H01L27/146

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04N5/30-5/335, H01L27/146

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2002-152595 A (Nippon Hoso Kyokai), 24 May, 2002 (24.05.02), Full text; Fig. 4 (Family: none)	1, 8, 26 2-4, 6, 7 5, 9-25
X Y A	JP 62-185471 A (Hitachi, Ltd.), 13 August, 1987 (13.08.87), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1, 7, 8, 26 2-4, 6 5, 9-25
X Y A	JP 2001-251555 A (Canon Inc.), 14 September, 2001 (14.09.01), Full text; Figs. 1 to 7 & US 2001/0033337 A1	1, 6-8, 26 2-4 5, 9-25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 April, 2005 (12.04.05)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2005 (10.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000187

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-196333 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 21 July, 1999 (21.07.99), Par. Nos. [0041], [0046] to [0049]; Fig. 1 (Family: none)	2
Y	JP 4-290081 A (Sony Corp.), 14 October, 1992 (14.10.92), Full text; Fig. 1 & US 5793423 A1	2
Y	JP 9-246516 A (Sharp Corp.), 19 September, 1997 (19.09.97), Par. No. [0072]; Fig. 1 & US 5780884 A1	3
Y	JP 11-237665 A (Canon Inc.), 31 August, 1999 (31.08.99), Par. No. [0018]; Fig. 1 (Family: none)	3
Y	JP 6-217203 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 August, 1994 (05.08.94), Fig. 1 (Family: none)	4
Y A	JP 11-266399 A (Sony Corp.), 28 September, 1999 (28.09.99), Figs. 1 to 2 (Family: none)	4 19
A	JP 2003-163845 A (Sony Corp.), 06 June, 2003 (06.06.03), Full text; Figs. 1 to 17 & US 2003/0117676 A1	5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H 0 4 N 5 / 3 3 5
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H 0 4 N 5 / 3 0 - 5 / 3 3 5
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2005年
日本国実用新案登録公報 1996-2005年
日本国登録実用新案公報 1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2002-152595 A (日本放送協会) 2002.05.24, 全文、第4図 (ファミリーなし)	1, 8, 26 2-4, 6, 7 5, 9-25
X Y A	JP 62-185471 A (株式会社日立製作所) 1987.08.13, 全文、第1-11図 (ファミリーなし)	1, 7, 8, 26 2-4, 6 5, 9-25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 04. 2005

国際調査報告の発送日

10.05.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

5 P

9654

▲徳▼田 賢二

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2001-251555 A (キヤノン株式会社) 2001.09.14, 全文、第 1-7 図 & US 2001/0033337 A1	1, 6-8, 26 2-4 5, 9-25
Y	JP 11-196333 A (シチズン時計株式会社) 1999.07.21, 段落【0041】, 【0046】 - 【0049】、第 1 図 (ファミリーなし)	2
Y	JP 4-290081 A (ソニー株式会社) 1992.10.14, 全文、第 1 図 & US 5793423 A1	2
Y	JP 9-246516 A (シャープ株式会社) 1997.09.19, 段落【0072】、第 1 図 & US 5780884 A1	3
Y	JP 11-237665 A (キヤノン株式会社) 1999.08.31, 段落【0018】、第 1 図 (ファミリーなし)	3
Y	JP 6-217203 A (オリンパス光学工業株式会社) 1994.08.05, 第 1 図 (ファミリーなし)	4
Y A	JP 11-266399 A (ソニー株式会社) 1999.09.28, 第 1-2 図 (ファミ リーなし)	4 19
A	JP 2003-163845 A (ソニー株式会社) 2003.06.06, 全文、第 1-17 図 & US 2003/0117676 A1	5